

Sami Haapaniemi

PIENTALON SUUNNITTELU JA MITOITUS

Rakennustekniikan koulutusohjelma

2014

PIENTALON SUUNNITTELU JA MITOITUS

Haapaniemi, Sami
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2014
Ohjaaja: Sandberg, Rauno
Sivumäärä: 39
Liitteitä: 11

Asiasanat: pientalo, perustus, puurunko, rakennepiirustus, pääpiirustus

Opinnäytetyössä suunniteltiin puurunkoinen omakotitalo. Työssä esitellään ohjeita ja määräyksiä, jotka koskevat rakennuksen suunnittelua ja rakenteiden mitoittamista

Rakennuksen suunnittelusta käsitellään sitä koskevia vaatimuksia, joita lait ja asetukset määräävät. Käsitellään eritasoisia määräyksiä ja ohjeita joita tulee noudattaa kaikessa rakentamisessa.

Rakenteiden suunnittelusta käydään läpi yksityiskohtaisemmin joitakin rakenteita, jotka sopivat tässä työssä suunniteltuun rakennukseen. Rakenteiden mitoittamisessa tutkitaan eurokoodimitoitusta.

Työn tuloksena syntyi, rakennuslupaan vaadittavat pääpiirustukset ja energiatodistus sekä rakennesuunnitelmat.

DESIGN AND DIMENSIONING OF A ONE-FAMILY HOUSE

Haapaniemi, Sami

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction engineering

May 2014

Supervisor: Sandberg, Rauno

Number of pages: 39

Appendices: 11

Keywords: one-family house, foundation, timber frame, construction drawing, master plan

The aim of this thesis was to design timber-framed one-family house. This thesis presents the guidelines and regulations relating to design and dimensioning of structures.

In the beginning of the thesis requirements of design set by laws and regulations is explained. Thesis covers different levels of regulations and instructions, which should be followed in any construction.

Some structures, which were suitable especially for the building in this thesis, is covered more specific. Dimensioning of structures is inspected by Euro-codes.

For result of the thesis master plan and energy audit for building permit and construction drawings were developed.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	ARKKITEHTISUUNNITTELU.....	7
2.1	Suunnittelun lähtökohdat.....	7
2.2	Suunnittelua ohjaavat määräykset ja ohjeet	8
2.2.1	Maankäyttö ja rakennuslaki <i>MRL</i> , maankäyttö ja rakennusasetus <i>MRA</i> ...	9
2.2.2	Suomen rakentamismääräyskokoelma <i>RakMK</i>	9
2.2.3	Kaavamääräykset ja kunnan rakennusjärjestys	10
3	RAKENNESUUNNITTELU	11
3.1	Suunnittelun vaiheet.....	11
3.2	Noudatettavat ohjeet ja määräykset	11
3.3	Pientalon rakenteet	12
3.3.1	Perustukset	12
3.3.2	Yläpohja	14
3.3.3	Välipohja	15
3.3.4	Ulkoseinät	15
3.3.5	Väliseinät	15
4	RAKENTEIDEN MITOITUS EUROKOODIEN MUKAAN	16
4.1	Kuormat.....	16
4.1.1	Omapaino	16
4.1.2	Hyötykuorma	17
4.1.3	Lumikuorma	18
4.1.4	Tuulikuorma	20
4.2	Rajatilamitoitus.....	21
4.3	Perustusten mitoitus.....	23
4.3.1	Palkin mitoitus.....	24
4.3.2	Laatan mitoitus.....	25
4.4	Runkorakenteiden mitoitus	25
4.4.1	Rungon levyjäykistys	26
5	ENERGIASELVITYS	27
6	RAKENNUKSEN SUUNNITTELUTYÖ	29
6.1	Pääpiirustukset.....	29
6.2	Rakennepiirustukset.....	30
6.2.1	Perustukset	31
6.2.2	Runkorakenteet.....	33
6.2.3	Väliseinät	35
6.2.4	Välipohja	36

6.3	Paloturvallisuus	36
7	LOPPUPOHDINTA	37
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tässä työssä suunniteltiin omakotitalo Porin Tuorsniemen kaupunginosaan. Opinnäytetyöhön sisältyy arkkitehtisuunnittelu, energiatodistuksen laatiminen sekä kohteen rakennesuunnittelu.

Työn tavoitteena oli rakennuslupa- ja vaadittavien piirustusten ja energiatodistuksen laatiminen, rakennesuunnitelmat viranomaisille ja rakentajalle. Suunnittelun tavoitteena oli suunnitella rakenteet siten, että rakennus on rakennusteknisesti toimiva kokonaisuus, jossa tilaajan omia varastoituja rakennustarvikkeita voitiin mahdollisuuksien mukaan hyödyntää. Arkkitehtisuunnittelun tavoitteena oli luoda tilaajan hahmotelman pohjalta, käytännöllinen ja tontille hyvin sopeutuva kokonaisuus.

Työssä esitetään lyhyesti pientalonsuunnittelun kulkua, teoriaa, ohjeita ja määryksiä, jotka ovat yleispäteviä rakennuksesta riippumatta. Sen jälkeen perehdytään varsinaiseen rakenteiden mitoittamiseen, jossa keskitytään lähinnä niihin rakenteisiin ja ratkaisuihin jotka soveltuvat tässä työssä suunniteltuun rakennukseen.

2 ARKKITEHTISUUNNITTELU

2.1 Suunnittelun lähtökohdat

Suunnittelun tärkeimpänä lähtökohtana on asiakkaan tarpeiden selvittäminen. Selvittämällä, mitä tiloja ja toimintoja talossa tarvitaan ja kuinka isoja näiden tulisi olla, määrätään rakennuksen koko ja sen perusteella myös alustavasti kustannukset. (Puuinfo 2014)

Tilojen tarpeisiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. perheen jäsenten lukumäärä ja heidän ikäjakaumansa, odotukset ja toiveet asumiselle ja mahdolliset kotona tehtävän ansiotyön asettamat tilavaatimukset. (Puuinfo 2014)

Tarpeiden kartoittamisella saadaan luettelo tarvittavista tiloista. Samalla hahmotetaan mahdolliset erityistoiveet tilojen suhteen, kuten huoneiden sijainneista. (Puuinfo 2014)

Asiakkaan tarpeiden lisäksi suunnitteluun vaikuttaa oleellisesti paikka, johon rakennetaan. Tontin valinnassa kannattaa huomioida samat asiat kuin myöhemmin itse rakennuksen suunnittelussa. Tontin valinnassa pitää ottaa huomioon seuraavia tekijöitä, kuten kaavamääräykset, tontin muoto ja maasto-olot, viereiset rakennukset, teiden ja katujen sijainti ja ilmansuunnat. Edellä mainitut seikat määrittelevät miten ja minkälainen rakennus tontille voidaan sijoittaa. (Puuinfo 2014)

Merkittävin rakentamista säätelevä asiakirja on asemakaava. On tärkeää tutustua tontin kaavamääräyksiin, sillä määräykset voivat joskus olla hyvinkin yksityiskohtaisia. (Puuinfo 2014)

Kustannukset ovat keskeinen osa rakentamista. Pientalorakentajan on tärkeä arvioida realistisesti, paljonko rakentamiseen voidaan käyttää pääomaa. Käytössä olevan pääoman muodostavat omat varat ja velat. Osa kustannuksista voidaan kattaa omilla työsuorituksilla tai materiaaleilla. (Puuinfo 2014)

Kustannuksiin vaikuttavat merkittävästi suunnittelu- ja tekniset ratkaisut, materiaali- ja laitevalinnat. Suunnittelun edetessä tulisi aina arvioida tehtyjen päätösten kustannusvaikutukset. (Puuinfo 2014). Pientalohankkeen kustannusten jakautumista on kuvattu taulukossa 1.

Taulukko 1. Pientalohankkeen kustannukset. (Puuinfo 2014)

Pientalohankkeen kustannukset		
Tonttikustannukset 5-20%	Rakennuttamiskustannukset 5-10%	Rakentamiskulut 70-90%
Tontin hinta Lainhuudatuskulut Kunnallistekniikka ja liittymät Tienrakennuskulut	Suunnitteli- ja asiantuntijapalkkiot Arkkitehtisuunnittelu Rakennesuunnittelu LVI-suunnittelu Sähkösuunnittelu Hallintokulut Valvonta Rakennusaikaiset korot Rakennuslupamaksut Kopio- toimisto ym. Kulut	Rakennustarvikkeet Työpalkat kuluineen Alihankinnat Työvälineiden ja kaluston vuokrat Työmaajohto- ja toimistokulut Rakennusaikaiset vakuutukset Käyttöenergia

2.2 Suunnittelua ohjaavat määräykset ja ohjeet

Suunnittelun laatua koskevat keskeiset säädökset sisältyvät maankäyttö- ja rakennuslakiin *MRL*, maankäyttö ja rakennusasetukseen *MRA*, sekä rakentamismääräyskokoelman *RakMK:n* osaan *G1 Asuntosuunnittelu, määräykset ja ohjeet*. Näillä säännöksillä asetetaan suunnittelulle vähimmäistaso, joka pitää saavuttaa. Vähimmäistasoa paremman laadun tavoittaminen jää hankkeeseen ryhtyvän ja suunnittelijan vastuulle. (RT 93-10923, 2) Edellä mainittujen lisäksi suunnittelua ohjaavat, *RakMK:n* muut osat, kaavamääräykset ja kunnan oma rakennusjärjestys, joihin perehdytään jäljempänä tarkemmin.

2.2.1 Maankäyttö ja rakennuslaki *MRL*, maankäyttö ja rakennusasetus *MRA*

Maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetään alueiden käyttämisestä ja rakentamisesta. Lain tavoitteena on mm. alueiden käytön ja rakentamisen järjestäminen niin, että ne luovat edellytykset hyvälle elinympäristölle, edistää kestävä kehitystä, turvata kansalaisten osallistumismahdollisuus asioiden valmistelussa, suunnittelun laadun turvaaminen, asiantuntemuksen monipuolisuus ja avoimuus tiedottamisessa. (Ympäristöministeriö 2013)

Lakia täydentää maankäyttö ja rakennusasetus, joka sisältää säännöksiä mm. kaavoituksesta, kuntien rakennusjärjestyksestä, rakentamiselle asetetuista yleisistä vaatimuksista, rakentamisen luvista ja valvonnasta. (Ympäristöministeriö 2013)

2.2.2 Suomen rakentamismääräyskokoelma *RakMK*

Maankäyttö ja rakennuslakia tarkemmat, rakentamista koskevat, säännökset ja ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. Suomen rakentamismääräyskokoelman rakentamista koskevat säännökset ovat velvoittavia. Sen sijaan ministeriön antamat ohjeet eivät ole velvoittavia. (Ympäristöministeriö 2014). Kuvassa 1 on esitetty erityisesti asuntosuunnittelua ohjaavat *RakMK:n* osat.

Määräykset koskevat uuden rakennuksen rakentamista. Korjaus- ja muutostyössä määräyksiä sovelletaan vain toimenpiteen laadun tai laajuuden tai mahdollisen muuttuvan käyttötarkoituksen sitä edellyttäessä. (Ympäristöministeriö 2014)

Erityisesti asuntosuunnittelua koskevat RakMK:n osat

Asuintiloja ja asuntojen yhteistiloja koskevissa RT-ohjekorteissa on otettu huomioon määräyskokoelman osista erityisesti määräyksien osat, ohjeet ja selostukset, jotka koskevat asuintiloja

- *RakMK C1 Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa, kohdat 1.3.1; 2 ja 4*
- *RakMK C2 Kosteus*
- *RakMK C3 Rakennuksen lämmöneristys**
- *RakMK D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot*
- *RakMK D2 Rakennusten Sisäilmasto ja ilmanvaihto**
- *RakMK D3 Rakennusten energiatehokkuus**
- *RakMK E1 Rakennusten paloturvallisuus.*

ja jotka ovat oleellisia asuintilojen suunnittelussa esteettömyyden ja käyttöturvallisuuden saavuttamiseksi,

- *RakMK F2 Rakennuksen käyttöturvallisuus, kohdat 1, 2, 3 ja 5*
 - *RakMK F1 Esteetön rakennus, kohdat 2.1.1 ohje, 2.1.2 ohje, 2.2.2 ohje ja 3.2.2 ohje*
- sekä asuntoja koskeva rakentamismääräyskokoelman osa kokonaisuudessaan
- *RakMKG1 Asuntosuunnittelu*

**Loma-asuntojen osalta määräykset koskevat vain ympärivuotiseen käyttöön tarkoitettuja rakennuksia.*

Kuva 1. Asuntosuunnittelua koskevat *RakMK*:n osat. (RT 93-10923, 2)

2.2.3 Kaavamääräykset ja kunnan rakennusjärjestys

Kaavatasoja on maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava. Asemakaava-alueelle rakennettaessa on noudatettava silloisia voimassaolevia kyseisen alueen kaavamääräyksiä. Kaavamääräyksissä määritellään mm. rakennusoikeus (tontin tehokkuusluku, *e-luku*), kerrosmäärä sekä tontin käyttö. Usein edellä mainittujen lisäksi annetaan tarkempia määräyksiä koskien rakennuksen ulkonäköä ja sijoittamista tontille.

Rakennettaessa asemakaava-alueen ulkopuolelle on noudatettava kunnan rakennusjärjestystä.

”Rakennusjärjestyksen tehtävä.

Maankäyttö- ja rakennuslain tai -asetuksen sekä muiden maan käyttämistä ja rakentamista koskevien säännösten ja määräysten lisäksi on Porin kaupungissa noudatettava tämän rakennusjärjestyksen määräyksiä, mikäli asema- ja ranta-asemakaavassa tai oikeusvaikutteisessa yleiskaavassa ei ole toisin määrätty.” (Porin kaupungin rakennusjärjestys. 2011, 2§)

3 RAKENNESUUNNITTELU

Rakennesuunnittelun tärkeimpänä tehtävänä on tuottaa yhteisymmärryksessä hankkeen eri osapuolten kanssa rakennesuunnitelmat ja tarvittavat tiedot, joilla hanke voidaan toteuttaa ja ylläpitää rakennus tai rakenne. Hyvän rakennesuunnittelun lopputuotteen laatu vastaa asetettuja tavoitteita tuotteen koko elinkaaren ajan. Hankkeen Rakennesuunnittelijalla rakennusteknisenä asiantuntijana on myös tärkeä tehtävä riskien hallinnassa ja laadunvarmistuksessa. (RIL 229-1-2006, 9)

3.1 Suunnittelun vaiheet

Rakennesuunnittelu etenee vuorovaikutuksessa tilaajan, projektijohdon, arkkitehtisuunnittelun, LVISA suunnittelun ja toteuttajien kanssa. Rakennesuunnittelu voidaan jakaa suunnittelijan näkökulmasta seuraaviin vaiheisiin:

- Tarveselvitys, hankesuunnittelu, (tarpeiden, vaatimusten ja lähtökoh-tien selvittäminen)
- Luonnossuunnittelu, (alustavat suunnitelmat, perusratkaisujen valinta)
- Hankinta- ja urakkalaskentasuunnitelmat
- Tuotantosuunnitelmat, rakennusaikaiset tarkennukset, (lopullinen suunnittelu tuotantoa varten)
- Tietojen toimittaminen ylläpitoa ja käyttöä varten. (RIL 229-1-2006, 11)

3.2 Noudatettavat ohjeet ja määräykset

Rakennesuunnittelussa kuten suunnittelun muissakin osissa on noudatettava viranomaismääräyksiä. Rakennesuunnittelussa noudatetaan luvussa 2.2 s.9 alkaen esitettyjen määräysten lisäksi, rakenteiden mitoittamisessa *RakMK:n* osan *B Rakenteiden lujuus* määräyksiä tai vaihtoehtoisesti Eurokoodeja ja niiden kansallisia liitteitä. Osia ei tule käyttää keskenään sekaisin vaan suunnittelu tulee tehdä kokonaan käyttäen samaa järjestelmää. (Eurokoodi help desk www-sivut 2014)

3.3 Pientalon rakenteet

3.3.1 Perustukset

Perustamistavan valintaan vaikuttavat mm. tontin pohjasuhteet, maaston muodot, piha-alueiden korkeustasojen valinta, mahdollinen kellari ja perustusten yläpuoliset rakenteet. Talviaikana suoritettavissa perustamistöissä on perustamistapaa ja alusrakenteen valinnassa huomioita talvirakentamisen riskit ja haasteet. (RT 81-10486, 1)

Pohjasuhteiden selvittämiseksi suunnitellulla rakennuspaikalla tulee yleensä suorittaa pohjatutkimus, jolla selvitetään mm. maakerrokset ja maalajit, pohjaveden korkeusasema ja kantavan pohjakerroksen korkeusasema. (RT 81-10486, 2). Maaperäolosuhteiden mukaiset perustamistavat on esitetty taulukossa 2.

Perustustavat voidaan karkeasti jakaa kolmeen ryhmään: maan- tai kallionvaraisiin anturaperustuksiin, maanvaraisiin laattaperustuksiin ja paaluperustuksiin. Muut perustamistavat ovat usein edellä mainittujen yhdistelmiä. (RT 81-10486, 5)

Kantavalle maapohjalle tai kalliolle voidaan tehdä maan- tai kallionvarainen anturaperustus maanvaraisella tai kantavalla alapohjalla. Anturoiden koko mitoitetaan yläpuolisten kuormien ja maan kantokyvyn mukaan. Perusmuurin anturan on oltava vähintään 300mm leveä ja pilarianturoiden vähintään 400mm x 400mm:n kokoisia. Perustussyvyys määritetään tapauskohtaisesti pohjatutkimuksen perusteella, kuitenkin perustussyvyden on oltava vähintään 300mm. (RT 81-10486, 5)

Kalliolle perustettaessa ei välttämättä tarvita erillisiä anturoita, vaan perusmuuri tai -pilarit perustetaan suoraan kallion pinnalle. Tarpeen mukaan käytetään terästartuntoja tai kalliota tasataan louhimalla. (RT 81-10486, 5)

Maanvaraista laattaperustusta käytetään pehmeällä maapohjalla tasaamaan rakennuksen painumia. Laattaperustus ei kuitenkaan poista kallistumariskiä jos maaperän laatu vaihtelee voimakkaasti rakennuksen alla. Painumia voidaan pienentää kevennetyllä täytöllä, esikuormituksella tai massanvaihdolla. Maanvaraisen laattaperustuksen yläpinnan tulee olla 200-300mm:n korkeudella lopullisesta maanpinnan tasosta. (RT 81-10486, 5)

Paaluperustusta käytetään pehmeällä maapohjalla, jossa laattaperustus ei ole mahdollinen. Paaluina käytetään yleisesti teräs- teräsbetonitukipaaluja, jotka lyödään tiiviiseen maakerrokseen tai kallioon. Paaluilla perustettaessa alapohja tehdään kantavana maanvaraisena tai ryömintätilallisena. (RT 81-10486, 5)

Taulukko 2. Pientalon perustamistapoja eri maaperäolosuhteissa. (RT 81-10486, 5)

Perustamistapa	Maaperä					
	Kallio	Tiivis tai keskitiivis hiekka	Tiivis silttikerros	Ohut(3m) pehmeä siltti- tai savikerros ja kuivakuorikerros	Paksu, pehmeä siltti- tai savikerros	Paksu, hyvin pehmeä siltti- tai savikerros
Perusmuuri ja maanvarainen alapohja	X	X	X	X ¹⁾		
Perusmuuri ja maanvarainen alapohja, kellari	X	X	X	X	X	
Perusmuuri ja kantava alapohja, ryömintätila	X	X	X	(X ¹⁾)		
Laattaperustus	(X)	X	X	X		X ³⁾
Laattaperustus kevennysperustus			(X)	X	X	
Pilari- palkkiperustus kantava alapohja, ryömintätila	X	X		X		
Paaluperustus ja kantava alapohja, maata vasten valettu				X ²⁾	X	X
Paaluperustus ja kantava alapohja, ryömintätila				X ²⁾		X

¹⁾ Massanvaihto, jos pohjavesi on kuivatason lähellä tai sen alapuolella

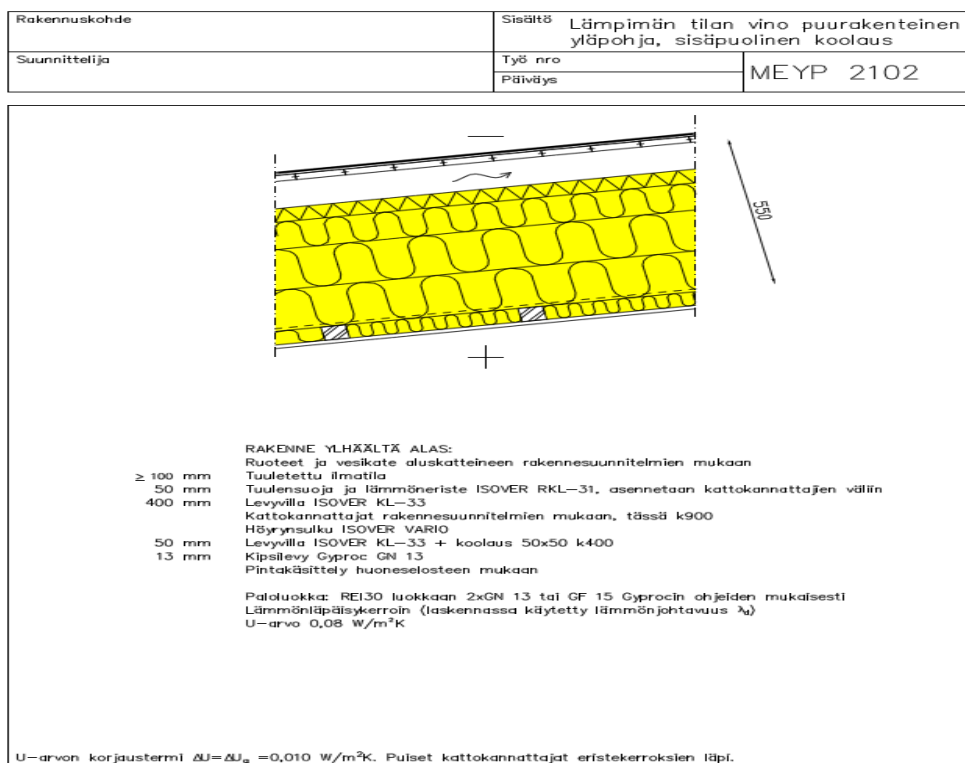
²⁾ Paaluperustuksena, jos pohjavesi on lähellä maanpintaa

³⁾ Paaluperustuksena

3.3.2 Yläpohja

Yläpohjarakenne mitoitetaan aina tapauskohtaisesti. Kantavana rakenteena käytetään yleensä puuristikoita tai puupalkkeja. (RT 82-10820, 9)

Lämmöneristekerros voidaan sijoittaa vaakasuoraan, jolloin se on selvästi omassa tilassaan vesikaton alapuolella tai vesikatteen suuntaisesti tai muulla halutulla kaltevuudella. Eristekerroksen sijoittamistavasta riippumatta on varmistettava rakenteen riittävästä tuuletuksesta. Kaltevissa yläpohjissa lämmöneristeen ja vesikaton väliin tulee jättää vähintään 100mm:n korkuinen tuuletusväli. (RT 82-10820, 9)



Kuva 2. Esimerkki puurakenteisesta yläpohjasta, jossa katon suuntainen eristys. (Isoverin www-sivut 2014)

3.3.3 Välipohja

Välipohjan kantava palkisto ja sen jakoväli mitoitetetaan aina tapauskohtaisesti. Palkisto ja sen päälle kiinnitettävä jäykistävä aluslattialevy ulotetaan kantavien ulkoseinien päälle. Narinan välttämiseksi levyt suositellaan kiinnitettäväksi ruuvein. (RT 82-10820, 7)

3.3.4 Ulkoseinät

Seinärakenne mitoitetetaan tapauskohtaisesti kantavuus- ja jäykkyyksvaatimusten mukaisesti. Runkotolppajakona on tavallisesti k 600 ja seinärakenne jäykistetään tarkoituksenmukaisilla tuulensuojalevyillä. Seinän kantavuutta voidaan parantaa tolppajakoa tihentämällä tai useammalla rinnakkaisella tolalla. (RT 82-10820, 10)

3.3.5 Väliseinät

Väliseinärunko mitoitetetaan tapauskohtaisesti sen mukaan onko kyseessä kevyt vai kantava seinärakenne. Tolppajakona käytetään tavallisesti k600. Tolppajakoa tihentämällä voidaan seinän kantavuutta vahvistaa. Väliseinät jäykistetään tarpeen mukaan tarkoituksenmukaisella levytyksellä. (RT 82-10820, 12). Puurakenteiset kevyet väliseinät toteutetaan yleisimmin 39x66mm kertosuutolpilla, tolppajakona normaalisti k600. Märkätilat on syytä toteuttaa tiheämmällä tolppajaolla esim. k400 ja kosteudenkestävällä levytyksellä, tai vaihtoehtoisesti muuraamalla, käyttötarkoitukseen sopivalla kiviaineksella.

4 RAKENTEIDEN MITOITUS EUROKOODIEN MUKAAN

Eurokoodit ovat kantavien rakenteiden suunnittelua koskevia standardeja, jotka kattavat varmuuden määrittämisperiaatteet, erilaiset kuormat ja rakennusmateriaalikohtaiset ohjeet. Eurokoodit otettiin käyttöön 1.11.2007. (Eurokoodi help desk [www-sivut 2014](http://www.sivut2014.fi))

Eurokoodi-järjestelmä sisältää seuraavat osat:

EN 1990 Eurokoodi 0: Suunnittelun perusteet

EN 1991 Eurokoodi 1: Rakenteiden kuormitukset

EN 1992 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu

EN 1993 Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu

EN 1994 Eurokoodi 4: Teräs-betoniliittorakenteiden suunnittelu

EN 1995 Eurokoodi 5: Puurakenteiden suunnittelu

EN 1996 Eurokoodi 6: Muurattujen rakenteiden suunnittelu

EN 1997 Eurokoodi 7: Geotekninen suunnittelu

EN 1998 Eurokoodi 8: Rakenteiden suunnittelu kestävyys suhteen maanjäristyksessä

EN 1999 Eurokoodi 9: Alumiinirakenteiden suunnittelu.

(Suomen standardisoimisliitto SFS ry:n [www-sivut 2014](http://www.sivut2014.fi))

4.1 Kuormat

Rakennukseen vaikuttavia kuormia ovat hyötykuormat, tuulikuormat, lumikuormat sekä omapainot. Kuormien laskenta-arvojen määrytymiseen vaikuttavat mm. rakennuksen käyttötarkoitus, muodot, sijainti sekä maasto-ominaisuudet.

4.1.1 Omapaino

Rakennuksen omaan painoon sisältyvät kantavat ja ei-kantavat rakennusosat, kiinteiden laitteiden ja maakerrosten painot. Rakenteen omapaino lasketaan

nimellisten mittojen ja tilavuuspainojen perusteella. Tehdasvalmisteisille osille ja laitteille käytetään valmistajan ilmoittamia arvoja. Kuivasta havupuusta ja siitä liimaamalla valmistetuista materiaaleista käytetään tilavuuspainon arvona $5,0 \text{ kN/m}^3$. Rakenteisiin kiinnitetyt kevyet väliseinät voidaan huomioida tasaisena lattiakuormana, jolloin arvona käytetään vähintään $0,3 \text{ kN/m}^2$. (Kevarinmäki 2011, 11). Raudoitetusta betonista käytetään yleensä arvoa $25,0 \text{ kN/m}^3$.

4.1.2 Hyötykuorma

Hyötykuormat määräytyvät tilan käyttötarkoituksen mukaan, josta yleisempiä on esitetty taulukossa 3. Hyötykuormat aiheuttavat tasaisia kuormia, pistekuormia ja vaakasuuntaisia viivakuormia. Hyötykuormaa tarkastellaan liikkuvana kuormana, joka vaikuttaa rakenteen kannalta epäedullisimmassa osassa. (Kevarinmäki 2011, 11)

Taulukko 3. Yleisempien hyötykuormien ominaisarvoja. (Kevarinmäki 2011, 11)

Käyttötarkoitukseluokka ja tila	tasainen kuorma $q_k \text{ (kN/m}^2\text{)}$	pistekuorma $Q_k \text{ (kN)}$	vaakakuorma $q_k \text{ (kN/m)}$
Luokka A: Asuintilat			
- Lattiat	2,0	2,0	0,5
- Portaat	2,0	2,0	0,5
- Parvekkeet	2,5	2,0	0,5
Luokka B: Toimistotilat	2,5	2,0	0,5
Luokka C: Kokoontumistilat			
- C1: Pöytäalueet	2,5	3,0	0,5
- C2: Kiinteiden istuimien alueet	3,0	3,0	1,0
- C3: Esteettömät alueet	4,0	4,0	1,0
- C4: Liikuntatilat ja näyttämöt	5,0	4,0	1,0
- C5: Tungokselle alttiit alueet	6,0	4,0	3,0

4.1.3 Lumikuorma

Kattojen ominaislumikuorman suuruuteen vaikuttaa rakennuksen sijainti, jonka perusteella määräytyy maanpinnan lumikuorma s_k (kuva 3) sekä katon muoto, joka määrittää muotokertoimen μ_i . Katon ominaislumikuorma lasketaan kaavalla:

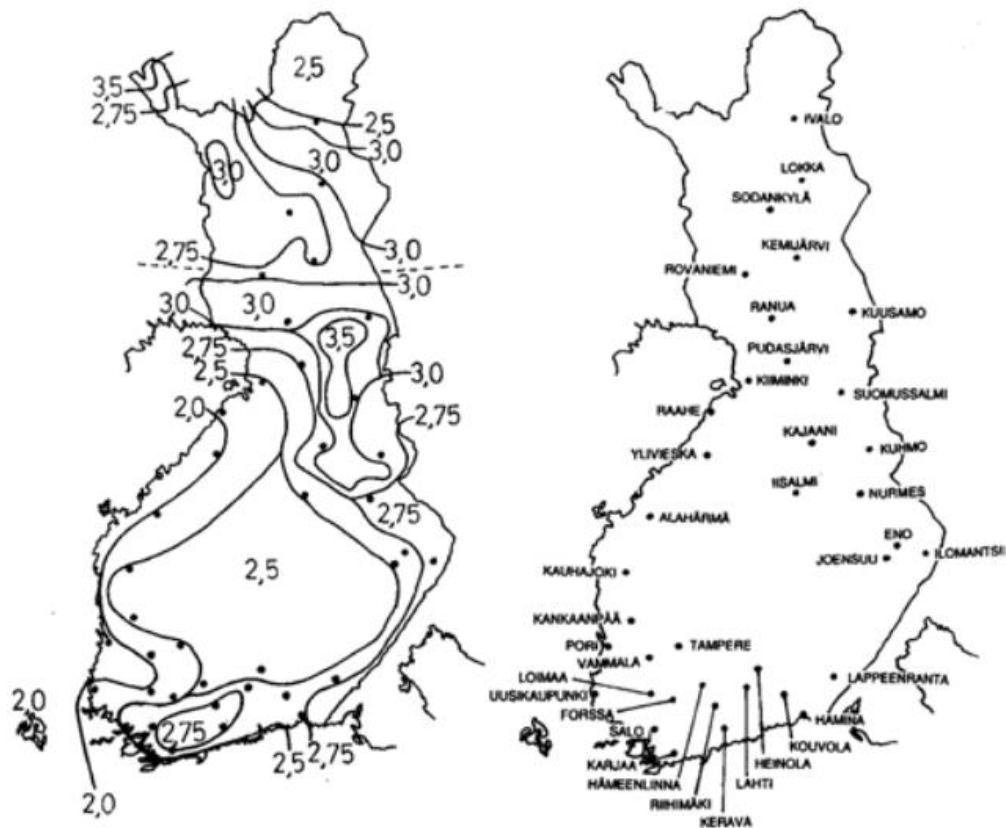
$$q_k = \mu_i s_k$$

missä:

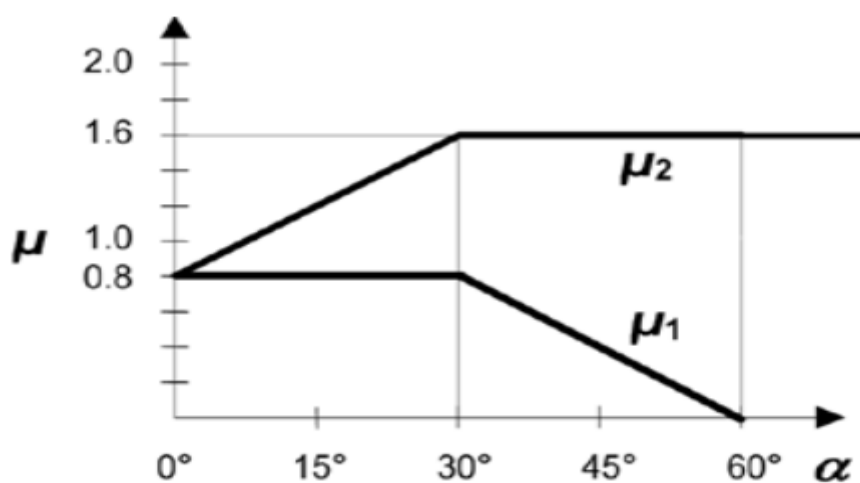
μ_i = lumikuorman muotokerroin

s_k = maanpinnan lumikuorman ominaisarvo. (Kevarinmäki 2011, 11)

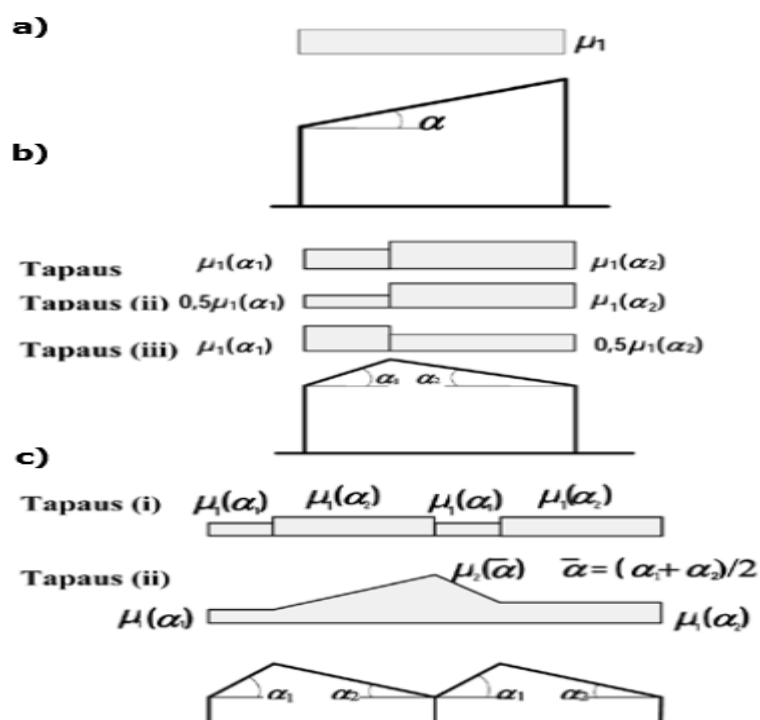
Lumen päästessä vapaasti liukumaan katolta muotokertoimen arvot määräytyvät kuvien 4 ja 5 mukaisesti. Jos lumen liukuminen on rajoitettu lumiasteella tai kaiteella, käytetään muotokertoimelle vähintään arvoa 0,8. (Kevarinmäki 2011, 12)



Kuva 3. Maanpinnan lumikuorman ominaisarvo s_k . (Kevarinmäki 2011, 11)



Kuva 4. Lumikuorman muotokertoimet. (Kevarinmäki 2011, 12)



Kuva 5. Kattojen lumikuorman muotokertoimet eri tapauksille. (Kevarinmäki 2011, 12)

4.1.4 Tuulikuorma

Tuulenpaineen aiheuttamia kuormia yhdessä muiden muuttuvien kuormien kanssa tarkastellaan yleensä vain tuulta vastaan jäykistävässä rakenteissa. Kuitenkin esimerkiksi kattorakenteiden kiinnitykset tulee mitoittaa tuulen imulle. Tavanomaisten rakennusten yhteydessä tuulikuorman laskemiseksi voidaan käyttää yksinkertaistettua menetelmää, joka esitetään seuraavaksi. Tuulikuorman suuruus määräytyy ympäröivän maaston (taulukko 5), rakennuksen avoimuuden, korkeuden ja tuulta vastaan olevan pinta-alan perusteella. Vaakasuuntainen kokonaistuulikuorman ominaisarvo saadaan kaavasta:

$$F_{w,k} = c_f q_k(h) A_{ref}$$

missä:

c_f = rakenteen voimakerroin taulukosta 4

$q_k(h)$ = rakennuksen korkeutta h vastaava nopeuspaine kuvasta 6

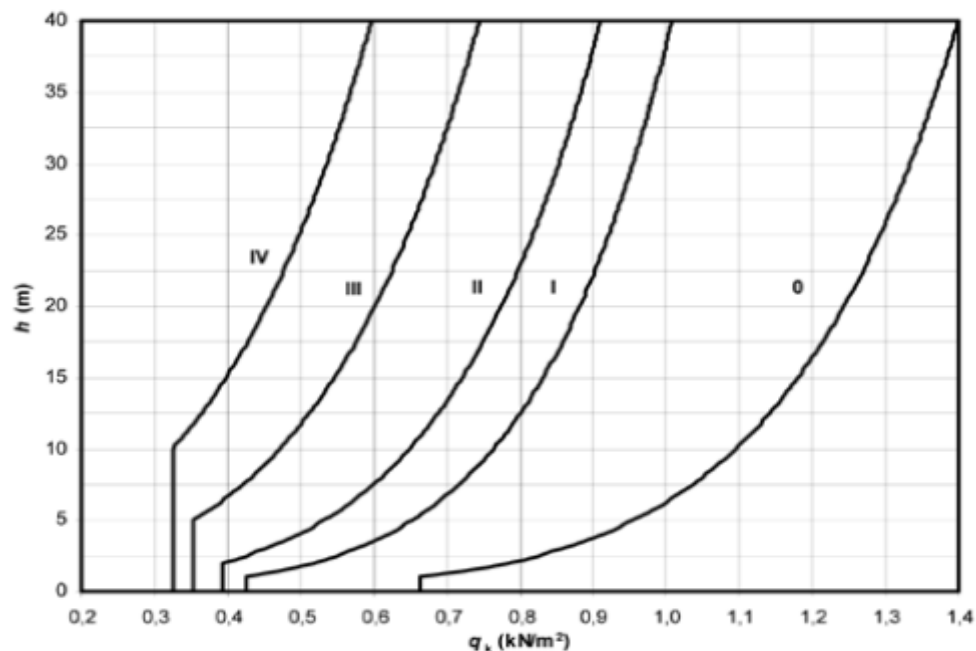
A_{ref} = rakenteen tuulta vastaan kohtisuora projektiopinta-ala. (Kevarinmäki 2011, 12-13)

Taulukko 4. Yksinkertaistetun menettelyn voimakertoimia. (Kevarinmäki 2011, 12)

Kuvaus	c_f
Umpinainen rakennus yleensä	1,3
Pulpettikattoinen umpinainen rakennus tarkasteltaessa kattolapteen suuntaista tuulta, kun katon kaltevuus on 5°...40° (toisessa suunnassa $c_f = 1,3$)	1,5
Osittain avoin rakennus, kun tuulen puoleisella sivulla olevien aukkojen pinta-ala on enintään 30 % rakennuksen ulkoseinien kokonaispinta-alasta.	1,6
Erillinen seinämä	2,1

Taulukko 5. Maastoluokat. (Kevarinmäki 2011, 12)

Luokka	Maaston rosoisuuden ja pinnanmuodon kuvaus.
0	Avomeri tai merelle avoin rannikko.
I	Järvi tai alue, jolla on vähäistä kasvillisuutta eikä esteitä.
II	Alue, jolla on matalaa kasvillisuutta ja erillisiä puita tai rakennuksia, joiden etäisyys toisistaan on vähintään 20 kertaa esteen korkeus. Esim. maatalousmaa.
III	Esikaupunki- tai teollisuusalueet sekä metsät. Matalat pientaloalueet ja kylät.
IV	Yhtenäiset laajat kaupunkialueet, joiden pinta-alasta vähintään 15% on rakennettu ja rakennusten keskimääräinen korkeus on yli 15 m.



Kuva 6. Nopeuspaineen ominaisarvot eri maastoluokissa. (Kevarinmäki 2011, 12)

4.2 Rajatilamitoitus

Rajatilamitoituksessa rakenteen käyttäytymistä tutkitaan rajatiloissa joita ovat: murtorajatilat, käyttörajatilat, palomitoituksen rajatilat ja onnettomuusrajatilat. (Leskelä 2005, 375).

Eri rajatilojen mitoituksessa tulee ottaa huomioon materiaaliominaisuudet esim. lujuus ja jäykkyys, materiaalien erilainen ajasta riippuva toiminta (kuorman vaikutusaika ja viruminen), erilaiset ilmasto-olosuhteet (lämmön ja kosteuden vaihtelu) ja erilaiset mitoitusilanteet (eri rakentamisvaiheiden kuormat ja tukiehtojen muutos). (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL 2009, 24).

Murtorajatilamitoituksen tavoitteena on varmistaa, että rakenne murtuu vasta, kun siihen vaikuttaa käyttöolosuhteisiin verrattuna tietty ylikuorma. Rakenne joutuu murtorajatilaan, kun se menettää vakautensa siirtymällä jäykkänä kapaleena, siinä tai jossakin sen osassa kehittyä sellainen muodonmuutostila, että lisäkuormittaminen ei ole mahdollista, se muuttuu mekanismiksi, siinä tapahtuu murtuminen tai stabilisuuden menetys tai murtuminen väsymisen seurauksena. (Leskelä 2005, 18)

Käyttörajatilassa rakenne on silloin kun se kantaa enintään mitoittavien ominaiskuormien yhdistelmän. Käyttörajatila on ääritila käyttökelpoisuusvaatimuksille, eli käyttöolosuhteiden yläraja. Käyttörajatilasta ylittyessä rakenne on ylikuormitettu, mutta ei välttämättä murtorajatilassa, koska murtorajatila edellyttää riittävän suurta ylikuormaa, joka määräytyy osavarmuuslukujen perusteella. Käyttörajatilassa rakenteen tulee säilyttää käyttökelpoisuusvaatimukset, joita voidaan asettaa esimerkiksi rajoittamalla taipumista, halkeilua ja värähtelyä. (Leskelä 2005, 19). Murto – ja käyttörajatilasta kuormitusyhdistelmiä on kuvattu taulukossa 6.

Taulukko 6. Rajatilamitoituksen kuormitusyhdistelmiä. (Kevarinmäki 2011, 9-10)

Rajatilamitoituksen kuormitusyhdistelmät aikaluokittain. Seuraamusluokka CC2		
Rajatila	Mitoituskuorman laskenta	Selitys
Murtorajatila	Pysyvä aikaluokka: $1,35G_{kj}$	G_{kj} = pysyvien kuormien ominaisarvo
	Keskipitkä aikaluokka: $1,15G_{kj} + 1,5Q_{k,1} + 1,05Q_{k,2}$	$Q_{k,1}$ = lumi- ja hyötykuorman ominaisarvoista suurempi $Q_{k,2}$ = lumi- ja hyötykuorman ominaisarvoista pienempi
	Hetkellinen aikaluokka: $\max \begin{cases} 1,15G_{kj} + 1,5Q_{k,t} + 1,05Q_{k,1} + 1,05Q_{k,2} \\ 1,15G_{kj} + 1,5Q_{k,1} + 1,05Q_{k,2} + 0,9Q_{k,t} \end{cases}$	$Q_{k,t}$ = tuulikuorman ominaisarvo
	Palomitoituksen onnettomuustilanteen kuormitusyhdistely: $\max \begin{cases} G_{kj} + 0,5Q_{k,\ell} + 0,3Q_{k,h} \\ G_{kj} + 0,2Q_{k,\ell} + 0,3Q_{k,h} + 0,2Q_{k,t} \end{cases}$	$Q_{k,\ell}$ = lumikuorman ominaisarvo $Q_{k,h}$ = hyötykuorman ominaisarvo $Q_{k,t}$ = tuulikuorman ominaisarvo
Käyttörajatila	Hyöty- tai lumikuorman ollessa määräävä muuttuva kuorma: $G_{kj} + Q_{k,1} + 0,7Q_{k,2}$	
	Tuulikuorman ollessa määräävä muuttuva kuorma: $G_{kj} + Q_{k,t} + 0,7Q_{k,1} + 0,7Q_{k,2}$	

4.3 Perustusten mitoitust

Tässä työssä rakennus perustettiin paalutetun maanvaraisen reunavahvistetun laatan varaan, jonka mitoituksen teoriaa käydään jäljempänä. Mitoituksessa noudatetaan EN 1992 Eurokoodi 2: Betonirakenteiden suunnittelu osan ohjeita. Reunavahvistettu laatta mitoitetaan laattapalkkina, jonka kuormat tulevat paaluille. Paalut voidaan ajatella pilareiksi jotka siirtävät rakennuksen kuormat maaperään. Paaluille on määrätty koko ja geotekninen kantavuus liitteessä 7 olevassa perustamistapalausunnossa, joten tässä työssä ei käsitellä geoteknistä mitoitusta.

4.3.1 Palkin mitoitus

“Paikallavaletut palkit ovat tavallisesti laattapalkkeja, joissa laatta ja sitä tukeva palkki muodostavat yhteen valetun kokonaisuuden. Poikkileikkaukset pysyvät mitoiltaan vakiona koko jännteessä muotittamisen helppouden vuoksi.”(Leskelä 2005, 375)

Palkkien kuormat muodostuvat suurimmaksi osaksi laattojen tukireaktioista, joiden suuruus määräytyy laatan toimintatavan mukaan. Yhteen suuntaan kantavan laatan tukireaktio oletetaan tasan jakautuneeksi jänteen joka kohdalle, ristiin kantavan laatan pinta-ala jakaantuu kolmioihin ja puolisuunnikkaisiin siten että kuorma siirtyy aina lähimmälle tuelle. (Leskelä 2005, 378). Laatta siirtää palkille rakennuksen hyötykuormat, muut kuormat siirtyvät kantavia rakenteita pitkin, jotka kulkevat palkin päällä.

Raudituksen suunnittelussa pitää ottaa huomioon sekä murtorajatila- että käyttörajautilamitoituksen ehtojen toteutuminen. Eri rajatilojen huomioiminen johtaa toisilleen vastakkaisten vaatimusten tarkasteluun ja lopullinen rauditus on kompromissi. (Leskelä 2005, 380). Palkin mitoituksen kulku on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Palkin Eurokoodimitoituksen kulku. (Betoniteollisuus 2014).

Vaihe	Tehtävä	Lisäohjeita	
		Opasrja "Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan"	Standardi
1	Määritetään suunniteltu käyttöikä	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1990 taulukko 2.1
2	Määritetään palkkiin kohdistuvat kuormat	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1991 (10 osaa) ja kansalliset liitteet
3	Määritetään kuormayhdistelmät	Eurokoodimitoituksen perusteet	SFS-EN 1990 ja kansallinen liite
4	Määritetään kuormituskaaviot	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1992–1–1 ja kansallinen liite
5	Arvioidaan säilyvyysvaatimukset ja määritetään betonin lujuusluokka	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 206-1 ja kansallinen liite
6	Tarkistetaan betonipeitevaatimukset palonkesto- ajan perusteella	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet ja tämän oppaan taulukko 2	SFS-EN 1992–1–2: kohta 5
7	Lasketaan vähimmäisbetonipeite säilyvyys-, tar- tunta- ja palonkestovaatimusten kannalta	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1992–1–1 kohta 4.4.1
8	Tarkastellaan rakenne kriittisten momenttien ja leikkausvoimien löytämiseksi	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1992–1–1 kohta 5
9	Mitoitetaan taivutusrauditus	Ks. tämän oppaan kuva 2	SFS-EN 1992–1–1 kohta 6.1
10	Tarkistetaan leikkauskestävyys	Ks. tämän oppaan kuva 5	SFS-EN 1992–1–1 kohta 6.2
11	Tarkistetaan taipuma	Ks. tämän oppaan kuva 6	SFS-EN 1992–1–1 kohta 7.4
12	Tarkistetaan tankojako tai halkeamaleveys	Betonirakenteiden suunnitteluperusteet	SFS-EN 1992–1–1 kohta 7.3

4.3.2 Laatan mitoitus

Laatat luokitellaan yhteen suuntaan tai ristiin kantaviksi laatan sivujen tuentatavan sekä laatan sivujen pituuksien suhteiden mukaan. Yhteen suuntaan kantavissa laatoissa esiintyy taivutusta vain laatan jänteen suunnassa. Laatasta voidaan tarkastella yksikönlevyistä kaistaa taivutettuna sauvarakenteena. Ristiinkantavissa laatoissa taivutusta esiintyy kahdesta toisiaan vastaan kohtisuorasta suunnasta. (Leskelä 2005, 380)

Umpilaatan paksuus valitaan niin, että jännemitan suhde korkeuteen on 20...25. Tämän lisäksi laatan paksuus arvioidaan, niin ettei laatasta tarvita leikkausraudoitusta. Laatan mitoituksessa käytetään samaa periaatetta, kuin jatkuvaa palkkia mitoittaessa. Laatan hyötykorkeus määräytyy, niin ettei kokonaistaipuma ylitä jännemittaa/250, ellei laatalle ole rakenteita, joille on haittaa jo pienemmästä taipumasta. (Leskelä 2005, 389-390)

Rakenteen yksinkertaisuudesta huolimatta yhteen suuntaan kantavissa laatoissa saattaa esiintyä myös kantosuuntaan nähden poikittaista taivutusta, joka tulee huomioida erikseen. Tästä riippumatta poikittaissuunnassa tulee aina olla jakoraudoitus, joka eliminoi kutistumisen vaikutukset. Jakoraudoituksena tasaisesti kuormitetuissa laatoissa käytetään 20% pääraudoituksen määrästä. (Leskelä 2005, 390). Betonirakenteiden yksityiskohtaiset mitoitukset on esitetty liitteessä 8.

4.4 Runkorakenteiden mitoitus

Runkorakenteet mitoitettiin SFS EN 1995 Eurokoodi 5: Puurakenteiden suunnittelu osan mukaisesti käyttäen Finnwood 2.3-ohjelmaa. Mitoitusohjelmalla saatuja tuloksia on esitetty liitteessä 9. Esimerkin vuoksi käsin laskettiin kattokannakkeiden tukipalkki (Liite 10).

4.4.1 Rungon levyjäykistys

”Jäykistysseinät, joiden on tarkoitus kestää seinän tason suuntaiset vaakaleikkausvoimat, tulee jäykistää tasossaan, rakennuslevyä, vinojäykistystä tai momenttia kestäviä liitoksia käyttäen.” (Kevarinmäki 2011, 12)

Jäykistävät levyt kiinnitetään käyttäen nauloja, ruuveja tai hakasia. Levyjäykisteiset seinät ankkuroidaan kunkin osaseinän päästä tai ankkuroimalla alajuoksu tasavälein niin, että jokaisen lohkon kohdalle tulee vähintään yksi kiinnityspiste. (Kevarinmäki 2011, 12)

Kun jäykisteenä käytetään muuta kuin puulevyä, kuten huokoisia kuitulevyä tai kipsilevyä, tulee mitoitus suorittaa käyttäen kyseisen levyn tyyppihyväksynnässä esitettyjä ohjeita. (Kevarinmäki 2011, 12)

Knaufin ohjeen mukainen levyjäykistykseen mitoitus on esitetty liitteessä 11

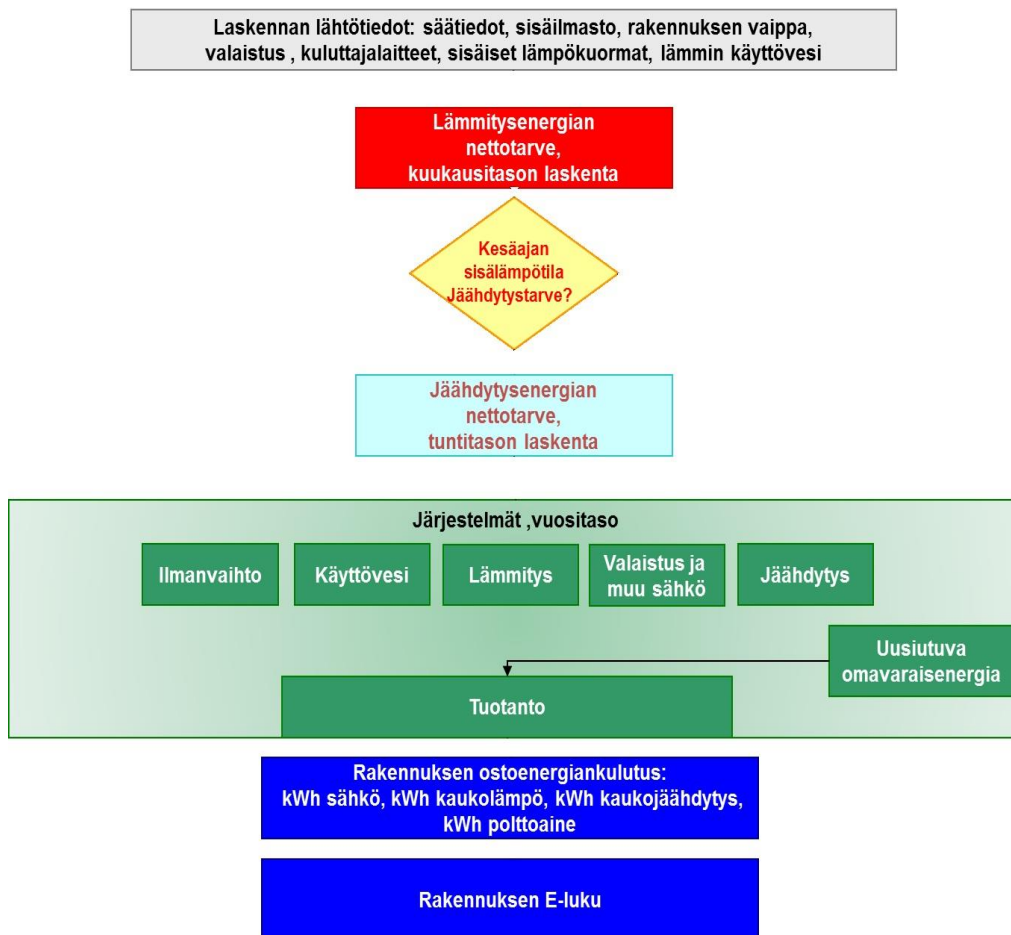
5 ENERGIASELVITYS

Rakennuslupaa haettaessa on hakemukseen liitettävä rakennuksen energiaselvitys. Energiaselvitys on päivitettävä ja pääsuunnittelijan on varmennettava se ennen rakennuksen käyttöönottoa. (Suomen RakMk D3 2012, 25)

Energiaselvityksen osana oleva rakennuksen energiatodistus on ollut pakollinen uudiskohteissa vuodesta 2008. Energiatodistuksen tarkoituksena on helpottaa eri asuntojen energiatehokkuuden vertaamista keskenään. Energiatehokkuus kuvataan E-lukuna joka vuodesta 2012 lähtien kerrotaan energiamuodon kertoimella. Tällä uudistuksella on haluttu ohjata rakentajia yhä enemmän uusiutuvien luonnonvarojen käyttöön lämmityksessä. Tässä työssä suunnitellun rakennuksen energiatodistus liitteenä 3.

Energiaselvitys sisältää yleensä seuraavat tarkastelut:

- rakennuksen kokonaisenergiankulutus, E-luku, RakMkD3 kohdan 2.1 mukaan (Kuva 7)
- energialaskennan lähtötiedot ja tulokset, kohdan 5.3 mukaan
- kesäaikainen huonelämpötila kohdan 2.2 mukaan ja tarvittaessa jäähdytysteho
- rakennuksen mitoituslämmitysteho
- rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuus kohdan 2.4 mukaan
- rakennuksen energiatodistus (Suomen RakMk D3 2012, 26)



Kuva 7. Energiankulutuksen laskennan vaiheet. (Suomen RakMk D5 2012, 10)

6 RAKENNUKSEN SUUNNITTELUTYÖ

6.1 Pääpiirustukset

Suunnittelua lähdettiin toteuttamaan tilaajan asuntomessumatkalta syntyneen ajatuksen pohjalta. Suunnittelun lähtökohtana, tilaajan mielessä ollut omakotitalo, jonka tyyliä lähdettiin sovittamaan jo hankitulle tontille.

Tontti, kuvassa 8, sijaitsee Porin Tuorsniemen kaupunginosassa korttelissa numero 52. Tontilla vaikuttaa kaavamääräys AO-88. Tontin huonekorkeudeksi on rajattu lu4/5. Tontin tehokkuusluku on 0,25, eli tällä 1271 m²:n tontilla rakennusoikeutta on 304m². Päärakennuksen kattorakenteiden ylin korkeus asema ympäröivästä maan pinnasta saa olla enintään 8,0 m ja talousrakennuksen enintään 5,5m. Kattomuodoksi on määrätty joko pulpetti- tai harjakatto. Katon harjan tulee olla kadunpuoleisen rakennusrajan suuntainen. Päärakennusmassasta vähintään 5 m:n mittainen osa on rakennettava kiinni rakennusrajaan. Kaavamääräykset ja rakentamistapaohjeet on esitetty liitteessä 1.



Kuva 8. Tontti elokuussa 2011. (Google Maps 2014)

Luonnossuunnittelu aloitettiin tilaajan toimittaman pohjaluonnoksen perusteella. Tilaaja esitti myös asuntomessujen valikoimasta mahdollista asunnon tyyliä. Näillä lähtötiedoilla pystyttiin hahmottamaan asunnon mahdollisia mittoja ja muotoja.

Varsinaisia luonnoksia ryhdyttiin tekemään käyttäen Autodesk Revit Architecture ohjelmaa, jolla saadaan aikaan asunnon 3D-malli (Liite 2). Suunnittelun edetessä tilaajan kanssa käytiin aika ajoin keskusteluja mahdollisista muutoksista. Keskustelun perusteella tehtiin muutoksia hyvässä yhteisymmärryksessä. Luonnospiirustuksien tilaajan hyväksynnän jälkeen niitä käytiin esittämässä rakennusvalvontaviranomaisille, näin saatiin heidän mielipiteensä mahdollista lupaa varten selville, ja mahdolliset puutteet pystyttiin korjaamaan ennen varsinaisen rakennusluvan hakemista.

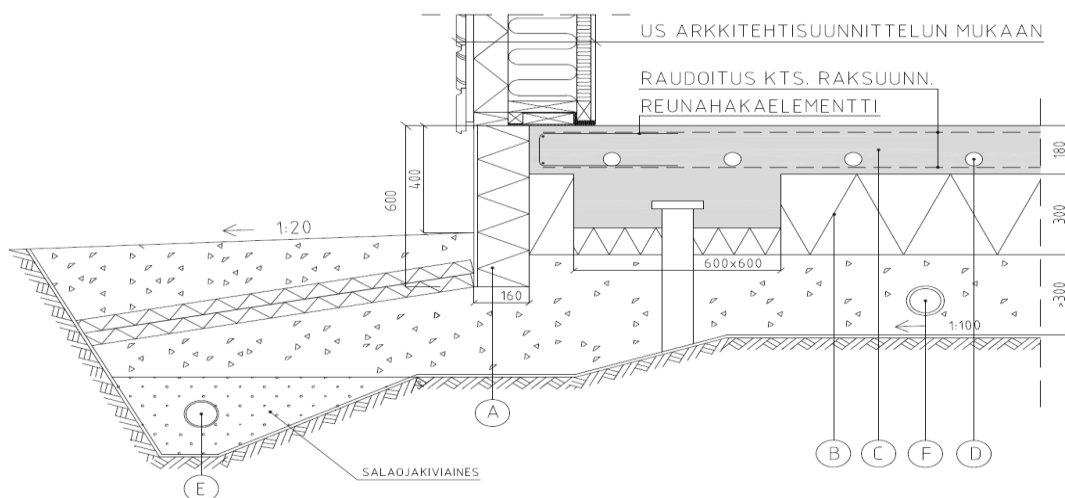
Kun luonnokset tyydyttivät tilaajan ja viranomaisten tarpeet tehtiin varsinaiset pääpiirustukset ja energiatodistus, jotka esitetty liitteissä 3 ja 4. Tämän jälkeen pääpiirustukset, energiatodistus ja muut rakennuslupaan tarvittavat dokumentit toimitettiin rakennusvalvontaan.

6.2 Rakennepiirustukset

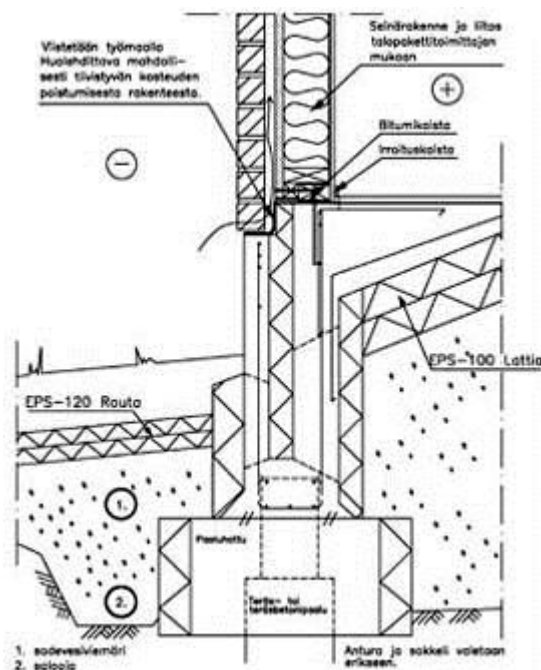
Rakennusluvan myöntämistä odotellessa aloitettiin rakennesuunnittelu. Rakenteiden mitoitus aloitettiin aikataulullisista syistä perustuksista ja vasta sen jälkeen mitoitettiin runko. Runkorakenteet kuitenkin olivat tiedossa tarvittavalla tarkkuudella kuormien määrittämiseksi. Rakenteiden suunnittelu aloitettiin niihin kohdistuvien kuormien määrittämisellä. Rakenteet mitoitettiin käyttäen murtorajatilan ja käyttörajatilan kuormitusyhdistelmiä. Kuormien määrittämistä ja rajatilamitoitusta käsitellään kohdissa 4.1 ja 4.2.

6.2.1 Perustukset

Tilaajan toiveesta, heti alkuun perustustavaksi valittiin maanvaraisella laattalla oleva perustus. Tämä rajasi tutkittavien vaihtoehtojen määrä huomattavasti. Perustusvaihtoehtoina olivat legalett-perustus (Kuva 9), soklex-valumuotti (Kuva 10) ja reunavahvistettu laatta. Kustannusvertailun ja tilaajan toiveiden mukaisesti, päädyttiin reunavahvistettuun laattaan.



Kuva 9. Legalett-perustus. (Legalett 2014)



Kuva 10. Soklex reunavahvistettu laatta ja paaluperustus. (Soklex 2014)

Perustusten suunnittelu aloitettiin tutustumalla perustamistapalausuntoon ja pohjatutkimukseen (Liite 7). Perustukset mitoitettiin niin, ettei paalukuorma ylitä arvoa 150kN. Reunavahvistetun laatan palkin leveydeksi valittiin 500mm, joka on vähimmäisleveys johtuen paalun koosta 250x250mm. Näin ollen palkin korkeudeksi saatiin 800mm ja laatan vahvuudeksi 160mm taipuman ollessa mitoittava. Lisäksi laattaan tuli kolme 500x400mm:n kokoista vahvistusta vastaanottamaan kantavien rakenteiden kuormia ja lyhentämään laatan jännevälejä. Betonipeite ja betonin lujuusluokka valittiin vallitsevien olosuhteiden mukaisten betonin rasitusluokkien mukaisesti taulukosta 9. Betonipeitteen vähimmäisvaatimus saatiin, taulukosta 8 saatuun arvoon lisäämällä, betonipeitteen mittapoikkeama 10mm. Betonipeitteeksi tuli 35mm ja maata vasten valettaessa 50mm. Betonin lujuusluokaksi valittiin C30/37. Näillä lähtötiedoilla suunniteltiin rakenteiden raudoitus (Liite 5 ja 8). Normaalin A 500HW betoniteräksen lisäksi, sokkelihalkaisun läpi menevässä raudoituksessa käytettiin ruostumatonta B600KX harjaterästä, myös alapohjan 200mm:n eps-eristeet tuettiin ruostumattomasta teräksestä tehdyin sitein. Tämän jälkeen mitoitettiin routasuojauksen tarve. Perustusten mitoittamisen yhteydessä piirrettiin perustussuunnitelmat käyttäen AutoCad-ohjelmaa. Perustussuunnitelmat on esitetty liitteessä 5.

Taulukko 8. Betonipeitteen vähimmäisarvovaatimukset. (Betoniteollisuus 2009, 6)

Kriteeri	Ympäristöolosuhteista johtuva betonipeitteen vähimmäisarvovaatimus $c_{min,dur}$ (mm)							
	Rasitusluokka eurokoodin EN 1992-1-1 taulukon 4.1 mukaan							
	X0	XC1	XC	XC4	XD1	XS1	XD2	XD3
Betoniteräs	10	10	2	2	30	30	35	40
Jänneteräs	10	20	30	3	4	4	45	50
100 vuoden suunniteltu	+	+	+5	+5	+5	+5	+5	+5
Minimilujuusluokka ²⁾	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45
Valittu lujuusluokka \geq	C20/25	C30/37	C35/45	C35/45	C35/45	C40/50	C35/45	C45/55
	-	-	-5	-5	-	-5	-5	-5
RakMK B4 1-rakenneluokka	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5

Taulukko 9. Betonin rasitusluokat. (Betoniteollisuus 2009, 4)

Luokka	Kuvaus
Ei korroosiovaaraa tai rasituksia	
X0	Raudoittamaton betoni, kun ei ole merkittävää jäädytys-sulatusrasitusta, kulutusrasitusta tai kemiallista rasitusta Raudoitettu betoni hyvin kuivissa olosuhteissa
Karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio	
XC1	Kuiva tai pysyvästi märkä
XC2	Märkä, harvoin kuiva
XC3	Kohtalaisen kostea
XC4	Märkä ja kuiva vaihtelevat
Muun kuin meriveden kloridien aiheuttama korroosio	
XD1	Kohtalaisen kostea
XD2	Märkä, harvoin kuiva
XD3	Märkä ja kuiva vaihtelevat
Meriveden kloridien aiheuttama korroosio	
XS1	Kosketuksessa ilman kuljettaman suolan kanssa, mutta ei suorassa kosketuksessa meriveteen
XS2	Pysyvästi veden alla
XS3	Vuoroveden ja roiskeen vyöhykkeellä
Jäädytys-sulatusrasitus jäänsulatusaineilla tai ilman niitä	
XF1	Kohtalainen vedellä kyllästymisen ilman jäänsulatusaineita
XF2	Kohtalainen vedellä kyllästymisen ja jäänsulatusaineet
XF3	Suuri vedellä kyllästymisen ilman jäänsulatusaineita
XF4	Suuri vedellä kyllästymisen ja jäänsulatusaineet tai merivesi
Kemiallinen rasitus (XA-luokat)	

6.2.2 Runkorakenteet

Runkorakenteiden mitoituksessa lähtökohtana oli käyttää puutavarana sellaisia poikkileikkauksia, jotka ovat helposti saatavilla, eli varastokokoja, puutavaran varastokoot on esitetty taulukoissa 10 ja 11. Runkorakenteiden mitoittamisessa rungon poikkileikkauksia määräsi pitkälti vaaditut eristepaksuudet. Esimerkiksi kattopalkkien korkeuden, pelkästään eristeiden mahtumisen ja riittävän tuuletuksen varmistamiseksi, pitää olla 500mm.

Taulukko 10. Mitallistetun sahatavaran yleisimmät poikkileikkaukset. (Puuinfo 2014)

Mitallistetun sahatavaran yleisimmät poikkileikkausmitat													
PAKSUUS	LEVEYS												
	48	66	73	95	98	120	123	14	148	173	198	223	248
20 ¹⁾				X		X		X					
42		X	O		O		O		O	O	O	O	
48	X		X		X		X		X	X	X	X	O

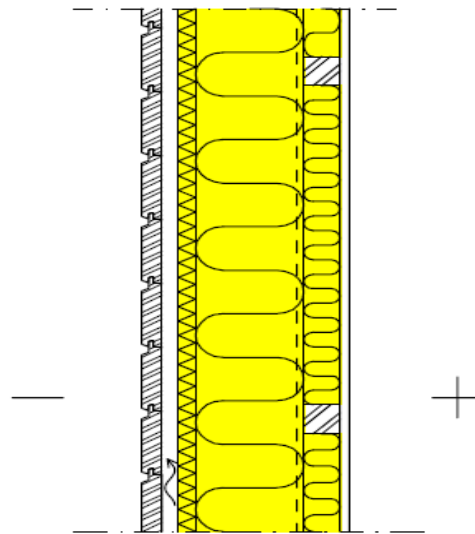
1)Hienosahattu pinta
x=vakiokoko
0=harvemmin tuotettu koko

Taulukko 11. Kerto S –palkkien vakiokoot. (Metsä Wood 2014, 3)

Leveys (mm)	Korkeus (mm)								
	200	225	260	300	360	400	450	500	600
27	•	•	–	–	–	–	–	–	–
33	•	•	•	–	–	–	–	–	–
39	•	•	•	•	•	–	–	–	–
45	•	•	•	•	•	–	–	–	–
51	•	•	•	•	•	•	–	–	–
57	•	•	•	•	•	•	•	–	–
63	•	•	•	•	•	•	•	•	–
75	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Tilaajan toive pienemmästä palkista huomioiden, kattopalkit kuitenkin suunniteltiin 51x300 kertopuusta k900, joka korotettiin 48x198 C24 -puutavaralla. Poikkileikkauksen pienenemisen johdosta lisättiin kattokannakkeiden alle, kestävyysvarmistamiseksi, tukipalkki 140x225 liimapuusta, jota kannattelee 140x140 liimapuupilarit. Korotus aiheutti myös tarpeen kiepahdustuennan lisäämiseksi, korotus kiinnitettiin käyttäen naulauslevyjä ja kattokannakkeiden väliin lisättiin 48x148 vaakatuett kattopalkin ja korotuksen keskelle. Kattokannakkeita rakennuksen ulkoseinillä kannattelee 51x200 kertopuu, joka tukeutuu lovettuihin runkopolppiin, yli 1200mm:n levyisten aukkojen ylityksissä käytettiin kaksinkertaista palkkia.

Ulkoseinät ja kantava väliseinä suunniteltiin 48x148 k600 tolpin. Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen, päätettiin levyttää ulkoseinät molemmin puolin, jolloin saatiin lisättyä rungon jäykkyyttä. Kuvan 11 rakenteeseen lisättiin tuulensuojavillan ja rungon väliin 9mm:n tuulensuojalevy. Riittävän lämmöneristyksen aikaansaamiseksi tolppien väliin sijoitetun 150mm:n vahvuisen mineraalivillan lisäksi ulkopuolelle lisättiin 25mm:n vahvuinen tuulensuojaeriste ja sisäpuolelle 50mm:n vahvuinen mineraalivilla vaakakoolausten väliin. Runkorakenteiden suunnittelun tuloksena syntyneet rakennepiirustukset on esitetty liitteessä 6. Runkorakenteiden mitoitus on esitetty liitteissä 9 ja 10 ja rungon levyjäykistys liitteessä 11.



	Ulkoverhous
22 mm	Koolausta 22x100 k600, tuuletusrako
25 mm	Tuulensuoja ja lämmöneriste, ISOVER RKL-EJ-25, saumat teipataan
150 mm	Lämmöneriste ISOVER KL37-150 ja kantava runko k600
	Höyrinsulku, esim. ISOVER VARIO
50 mm	Lämmöneriste ISOVER KL37-50 ja koolausta 50x50 k600
13 mm	Kipsilevy GYPROC GEK-13 tai GN-13
	Pintakäsittely huoneselityksen mukaan
	Lämmönläpäisykerroin (laskennassa käytetty lämmönjohtavuus λ_d)
	$U=0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$

Kuva 11. Ulkoseinärakenne. (Isover 2014)

6.2.3 Väliseinät

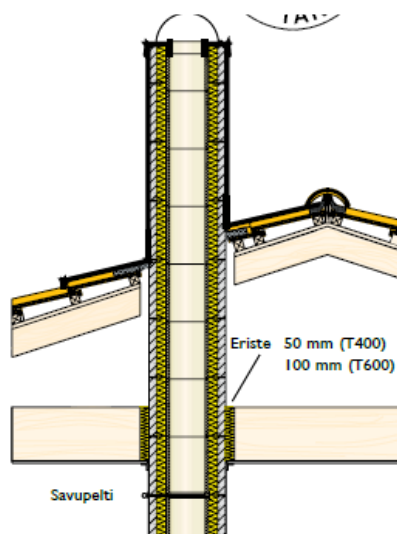
Kevyet väliseinät toteutettiin 39x66 k600 kertopuutolpin, molemminpuolisella levytyksellä normaalilla 13mm vahvalla kipsilevyllä. Äänieristävyyden lisäämiseksi seinään laitettiin mineraalivillaeristys. Pesuhuoneessa tolppajako tiennettiin k400:aan ja levynä käytettiin kosteuden kestävä levyä. Pesuhuoneen ja saunan välinen seinä toteutettiin 100mm vahvana muurattavana kiviseinänä. Pesuhuoneen ja saunan detaljit on esitetty liitteessä 6 (Det 1 ja Det 2).

6.2.4 Välipohja

Parven välipohja toteutettiin 51x300 k400 kertopuupalkistolla, jonka päälle aluslattialevyksi tuli 18mm:n vahvuinen havuvanerilevytykset saumat liimaamalla. Välipohjan palkin koko määräytyi palkkien päissä olevan kannatinpalkin koon mukaan, muuten olisivat riittäneet 45x260 palkit, värähtelymitoituksen ollessa määräävä. Välipohja tukeutuu ulkoseiniin ja pilareihin. Välipohja toimii samalla pilareiden nurjahdustukena. Välipohja on esitetty liitteen 6 rakenneleikkauksissa L4A ja L9C.

6.3 Paloturvallisuus

Rakennus kuuluu P3-paloluokkaan, joten palomääräykset eivät aseta vaatimuksia rakenteelliselle palonkestävyydelle. Hormin valmistajan ohjeen (Kuva 12) mukaan suojaetäisyydeksi palaviin materiaaleihin tuli 100mm. Autotallin osalta palomääräykset täyttyivät, kun se toteutettiin omana osastonaan luokkaan EI30. Tähän päästiin lisäämällä sisäpuolelle 2x13mm:n vahvuinen normaali kipsilevy sekä ulkoseiniin että yläpohjaan ja valitsemalla oveksi ja ikkunoiksi luokkaan EI15 kuuluvat tuotteet. Autotallin runkorakenteet on esitelty liitteen 6 rakenneleikkauksissa L15 ja L16.



Kuva 12. Hormin valmistajan ohje suojaetäisyydestä. (Schiedel 2011, 4)

7 LOPPUPOHDINTA

Alun perin tarkoituksena oli suunnitella 2-kerroksinen puurunkoinen omakotitalo. Tilaajan toiveesta, suunnittelun luonnosvaiheessa, suunnitelmat muuttuivat ja päädyttiin yksikerroksiseen ratkaisuun. Kaavamääräykset kuitenkin pakottivat rakentamaan osittain toiseen kerrokseen.

Piirustustyön aloitin käyttäen Revit Architecture ohjelmaa, jonka perusteet olivat kutakuinkin hallussa. Pääpiirustusten teko sujui pääpiirteittäin hyvin, ainoa ongelma muodostui pienestä kaavamääräysten tulkintaerosta rakennusvalvonnan kanssa.

Rakenteiden mitoittaminen osoittautui työlääksi, varsinkin kun tilaajan puolelta tuli jonkin verran muutostoiveita. Mitoittamisen ohella piirsin rakennekuvat käyttäen AutoCad ohjelmaa, joka ei ollutkaan niin hyvin hallinnassa, mutta sitäkin paremmalla syyllä siihen oli nyt hyvä perehtyä.

Työtä tehdessä on tullut perehdyttyä paljon rakennusmääräyksiin ja eurokoodeihin. Vaikka rakenteet olisi voinut mitoittaa käyttäen RakMk:aa, oli alusta asti selvää, että mitoittaisin rakenteet eurokoodeilla, jotka koulussa olivat tulleet tutummiksi.

Aikaa työn tekemiseen kului todella paljon, paljon enemmän kuin itse olin kuvitellut. Kuitenkin suurimmaksi osaksi työn tekeminen on ollut mielekäästä, varsinkin kun on välillä itse päässyt näkemään työn tulosta rakennuksen muodossa. Koen työn antaneen minulle paljon lisää tietotaitoa, jota on mahdollista hyödyntää tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Betoniteollisuus. 2009. Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan Osa 2: Betonirakenteiden suunnitteluperusteet. Rakennustuoteteollisuus RTT ry.

Betoniteollisuus. 2011. Betonirakenteiden suunnittelu eurokoodien mukaan Osa 4: Palkit. Rakennustuoteteollisuus RTT ry.

Eurokoodi help desk www-sivut 2014. Viitattu 13.5.2014. <http://www.eurocodes.fi/>

Google Maps. 2014. Viitattu 28.5.2014. <https://maps.google.fi/Isoverin> www-sivut 2014. Viitattu 13.5.2014 <http://www.isover.fi/suunnittelu/rakennekirjasto/5114/meyp-2102>

Isoverin www-sivut. 2014. Viitattu 28.5.2014. <http://www.isover.fi/>

Kevarinmäki, A. 2011. Puurakenteiden suunnitteluohje - Lyhennetty suunnitteluohje. Puuinfo Oy. Viitattu 16.5.2014. <http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/eurokoodit/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu>

Legalett Linterm www-sivut 2014. Viitattu 30.5.2014. <http://www.legalett.fi/>

Leskelä Matti ja Suomen betoniyhdistys. 2005. BY210: Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2005. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

Metsä Wood. 2014. Kerto-käsikirja toimitusmitat. Metsäliitto osuuskunta (Metsä Wood). Viitattu 28.5.2014. <http://www.metsawood.com/materialarchive/MaterialArchive/Kerto-kasikirja-Toimitusmitat.pdf>

Porin kaupungin rakennusjärjestys. 2011, 2§.

Puuinfo 2014. Pientalohankkeen suunnittelu. Viitattu 13.5.2014. <http://www.puuinfo.fi/pientalohankkeen-suunnittelu>

RT 81-10486. Pientalon perustamistavan valinta 1992. Helsinki: Rakennustieto.

RT 82-10820. Pientalon puurakenteet, avoin puurakennusjärjestelmä 2004 Helsinki: Rakennustieto.

Schiedel. 2011. Valmispiippu RONDO PLUS asennusohjeet. Shiedel Savuhormistot Oy.

Soklex www-sivut. 2014. Viitattu 30.5.2014. <http://www.soklex.fi>

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2006. RIL 229-1-2006 Rakennesuunnittelun asiakirjaohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2009. RIL 205-1-2009 Puurakenteiden suunnitteluohje Eurokoodi EN 1995-1-1. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen RakMk D3. 2012. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto. 14.5.2014 www.finnlex.fi

Suomen RakMk D5. 2012. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta, ohjeet 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto. 14.5.2014 www.finnlex.fi

Suomen standardisoimisliitto SFS ry:n [www-sivut](http://www.sfs.fi) 2014. Viitattu 13.5.2014. <http://www.sfs.fi/aihealueet/eurokoodit>

Ympäristöministeriö 2013. Maankäyttö- ja rakennuslaki. Viitattu 14.5.2014. http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankaytto_ja_rakennuslaki

Ympäristöministeriö 2014. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Viitattu 14.5.2014. http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma

LIITTEET

LIITE 1. Kaavamääräykset

LIITE 2. Rakennuksen 3D-malli

LIITE 3. Rakennuksen energiatodistus

LIITE 4. Pääpiirustukset

LIITE 5. Perustuspiirustukset

LIITE 6. Runkopiirustukset

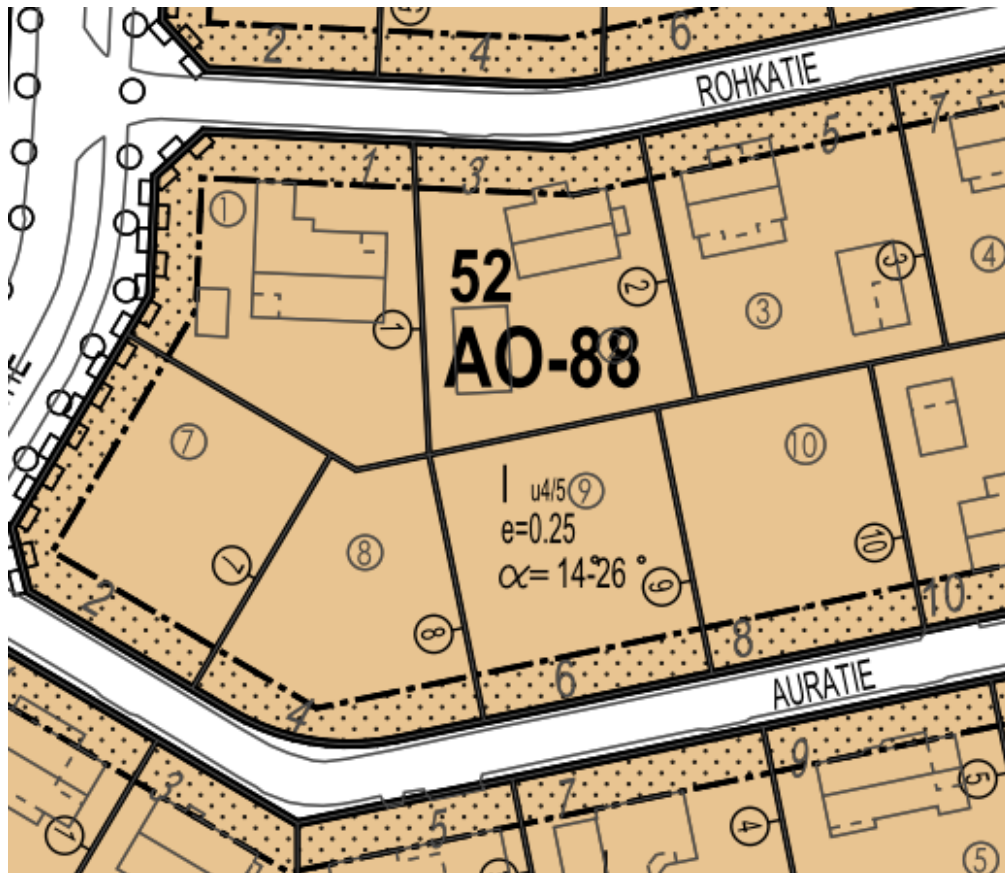
LIITE 7. Perustamistapalausunto

LIITE 8. Betonirakenteiden mitoituslaskelmat

LIITE 9. Finnwood ohjelman laskentatulosteita

LIITE 10. Kannatinpalkin mitoituslaskelma

LIITE 11. Rungon levyjäykistyksen mitoituslaskelma



AO-88

Erillispientalojen korttelialue.

Tontille saa rakentaa yhden asuinrakennuksen, joka saa yli 1200 m²:n tontilla käsittää kaksi asuntoa.

Päärakennuksen kattorakenteiden ylin korkeusasema ympäröivästä maanpinnasta saa olla enintään 8,0 m ja talousrakennuksen enintään 5,5m.

Kattomuoto on joko pulpetti- tai harjakatto. Katon harjan tulee olla kadunpuoleisen rakennusrajan suuntainen.

Rakennuksen etäisyys naapuritontin rajoista on oltava vähintään 4 m.

Päärakennusmassasta vähintään 5 m mittainen osa on rakennettava kiinni kadunpuoleiseen rakennusrajaan. Osa huonetiloista on rakennettava toiseen kerrokseen.

Tuorsniemi

Korttelit 44-61

RAKENTAMISOHJEET

29.11.2007 KAUPUNKISUUNNITTELU

Rakentamishjeilla on tarkoitus auttaa suunnittelua ja rakentamista ja edistää viihtyisän asuinalueen syntymistä. Rakentamishjeiden noudattamisesta määrätään tontin kauppa- tai vuokra-sopimuksissa. Rakentamisessa on noudatettava rakentamista koskevia yleisiä sääädöksiä sekä asemakaavan määräyksiä, joita rakentamishjeet täydentävät.

Nämä rakentamishjeet koskevat Tuorsniemen (28.) kaupunginosan kortteleita 44-61

RAKENNUS, RAKENNUKSEN LIITTYMINEN PIHAAN JA PIHAN KÄYTTÖ

Tontti on yksilöllinen. Rakennusten sijoittelu, pihan suuntaus ja käyttö on suunniteltava tontin ehdoilla. Korkeusasemia määritettäessä käytetään lähtökohtina tien tulevia korkoja sekä naapuritontin ja -rakennuksen korkoja. Rakennusten lattiapintaa ei saa keinotekoisesti nostaa ylemmäksi kuin mitä rakennusteknisesti on tarpeellista. Päärakennusmassan peruslaatan yläpinnan tulee olla 600 mm tontin rajalla olevasta kadunpinnasta ylöspäin. Näkyvän sokkelin tulee olla vähintään 400 mm. Tuulettuva alapohja rakennetaan edellistä soveltaen.

TALOTYYPIT

Kerrosluku vaihtelee I-II kortteleittain. (Kts. asemakaavakartta). Jos asemakaavassa suurimmaksi sallituksi kerrosluvuksi on osoitettu lu4/5 tai II, on ainakin osa huonetiloista sijoitettava toiseen kerrokseen.

Kattomuoto on joko harja- tai pulpettikatto. Kattokaltevuus on osoitettu asemakaavakartassa kortteleittain. Päärakennuksen katon harjan tulee olla kadun suuntainen havainnekuvan mukaisesti.

Erillisessä autotalli-varasto-rakennuksessa on mahdollista käyttää loivempaa kattokaltevuutta kuin päärakennuksessa.

Muista kortteleista poiketen kortteliin 609-28-47 saa rakentaa vain taitekattoisia asuinrakennuksia.

RAKENNUKSEN SIJAINTI TONTILLA

Rakennukset sijoitetaan tontille havainnekuvan mukaisesti asemakaavamääräyksiä noudattaen.

Jos päärakennuksen ja erillisen talousrakennuksen etäisyys toisistaan on pienempi kuin 3 m, on rakennukset liitettävä toisiinsa esim. katoksella. Autokatosta rakennettaessa on huomioitava palomääräykset.

MATERIAALIT JA VÄRIT

Julkisivumateriaalina tulee olla rappaus, poltettu tiili tai peittomaalattu puu. Puupinnat on peittomaalattava vaaleilla värisävyillä ja julkisivumateriaalien ja -pintojen tulee muutenkin olla pääasiassa vaaleasävyisiä.

Katemateriaali on tiilikate tai pystysaumattu teräsohutelvy. Katemateriaalin värin tulee olla punainen tai tumman harmaa.

Pyöröhirsi- ja pitkänurkkarakennusta ei alueelle hyväksytä.

Julkisivujen ja kattopintojen materiaalit ja värit on esitettävä rakennuslupahakemuksen yhteydessä.

TONTTIJÄRJESTELYT

Asemapiirroksessa on esitettävä miten tonttia käytetään. Rakennusten lisäksi on esitettävä mm. korkeusasemat, ajotiet, muut kulkutiet, autopaikat, aidat, pihavarusteet, pihamaan muotoilu, istutukset ja sadevesikaivot.

Rakennusjärjestyksen mukaan tontille sallitaan yksi 4 m levyinen ajoneuvoliittymä.

Alueelle suositellaan istutettavia aitoja.

* Tonttien välisille rajoille saa rakentaa rakenteellisen aidan, jonka umpiosan korkeus saa olla enintään 1200 mm ympäröivästä maanpinnasta. Kokonaisuudessaan aidan korkeus saa olla enintään 1500 mm.

* Tontin rajoille puistoa ja katuja vastaan saa rakentaa rakenteellisen 600 mm korkean suoja-aidan. Rakenteellinen aita on täydennettävä istutuksin.

Jokaiselle tontille on sijoitettava sadevesikaivot kadulta katsoen ainakin tontin takaosaan. Jos ajotiet päällystetään ne on varustettava sadevesikaivoilla. Sadevesikaivot yhdistetään kaupungin sadevesiviemäri-verkkoon.

Tontin istutussuunnitelma on esitettävä rakennuslupahakemuksen yhteydessä.

LISÄTIETOJA:

Rakennusvalvontatoimisto
Tarkastaja Marianne Mattila
p. 621 1353, os. Raatihuoneenkatu 8
www.pori.fi/rakennusvalvonta/

Tekninen palvelukeskus - tonttitoimi
Rakennusinsinööri Tapio Kylänen
p. 621 1816, os. Valtakatu 4, 7. krs
www.pori.fi/tpk/aluetekniikka/tonttitoimi/

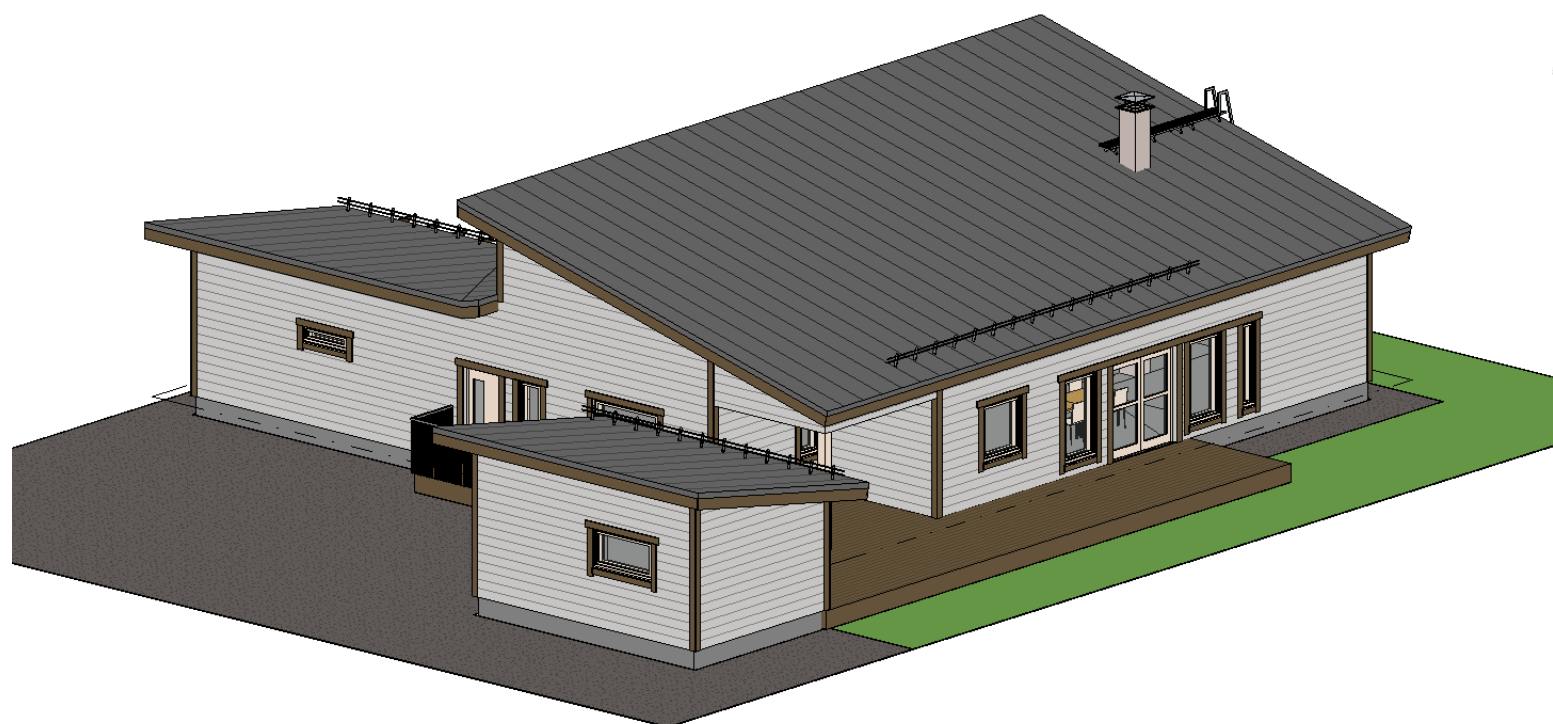
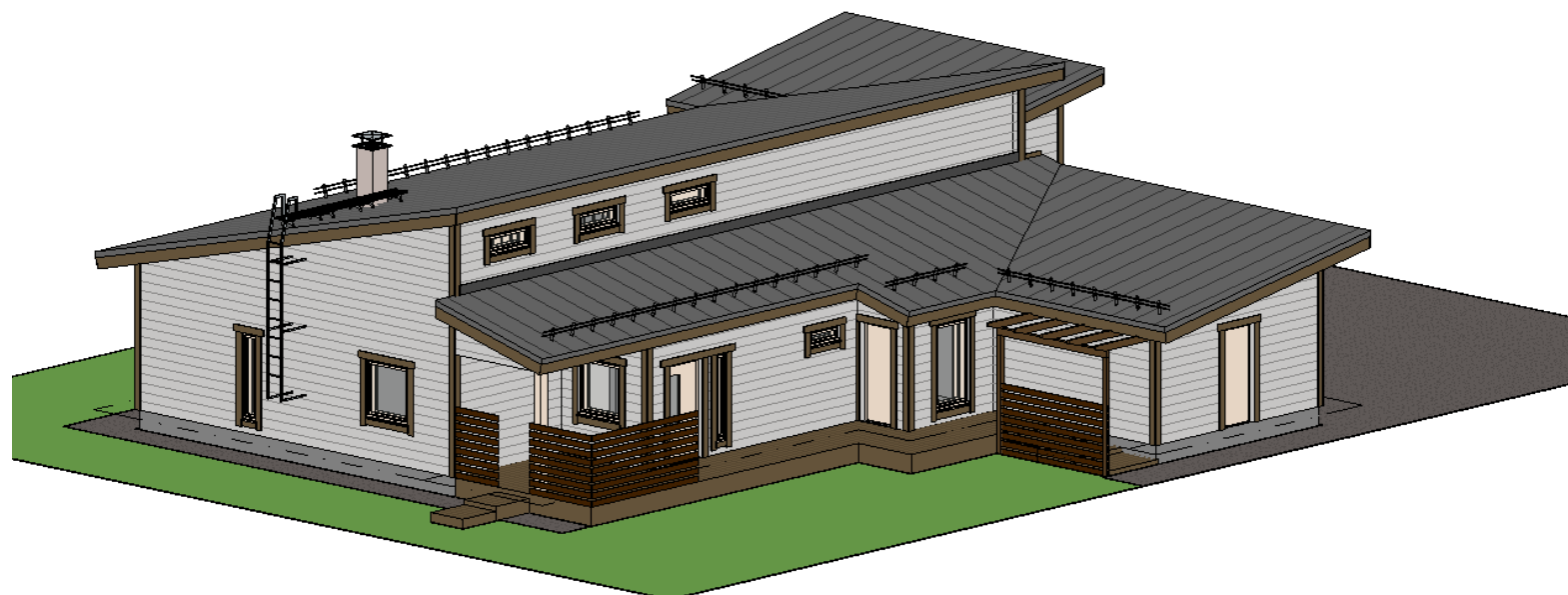
Satakunnan vihertietokeskus
Neuvontahortonomi Pirjetta Sipiläinen-Salo
p. 044 701 1755, os. Kirjurinluodontie 6

Kaupunkisuunnittelu
Asemakaava-arkkitehti Risto Reipas
p. 621 1609, os. Valtakatu 4, 7. krs
www.pori.fi/kaavoitus/

Porissa 29.11.2007 (62§/2007)

Kaupunkisuunnittelupäällikkö Olavi Mäkelä

LIITE 2



LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Päätiedot

Rakennuskohde:	OKT Hautaoja Kai
Osoite 1:	Rohkatie 1
Osoite 2:	28600 Pori
Todistustunnus:	
Rakennustunnus:	
Rakennusluvan hakemisvuosi:	2013
Valmistumisvuosi:	2014
Rakennuksen käyttötarkoitus:	Pientalo
Pääsuunnittelija:	Sami Haapaniemi
Laskelman tekijä:	Sami Haapaniemi
Yritys:	
Päiväys:	12.3.2013
Sijainti/paikkakunta:	Pori=1
Rakennusluokka:	1 Pientalo
Kerroslukumäärä:	2
Rakennustilavuus (m³):	749
Rakennuksen ilmatilavuus (m³):	559
Maanpäällinen kerrostasoala (m²):	234
Lämmitetty nettoala Anetto (m²):	214
Lämpökapasiteetti Crak omin (Wh/m²K):	40
Asuntojen lukumäärä:	1
Tarpeenmukainen ilmanvaihto:	70+0 L/s (esim. hiidioksidiohjaus erillisen laskelman mukaan)
Laskentamallin tila:	Ei tiedossa
Rakennuslupa hyväksytty (pvm):	-
Käyttöönottotarkastus suoritettu (pvm):	-

Rakenneosat

rakenneosa:	Pinta-ala: m²	U-arvo: W/m²K	g-arvo:	Fverho * Fkehä:
Ulkoseinä ulkoilmaa vasten	251	0.17		
Yläpohja ulkoilmaa vasten	113.5	0.09		
Yläpohja ulkoilmaa vasten	120.5	0.07		
Alapohja (maanvastainen)	234	0.13		
Ikkunat pohjoiseen	8.55	1	0.45	0.75
Ikkunat itään	4.14	1	0.45	0.75
Ikkunat etelään	6.12	1	0.45	0.75
Ikkunat länteen	5.6	1	0.45	0.75
Ulko-ovet	12.2	1.0		
Alapohjan alapuolinen maa	Savi, salaojitettu hiekka tai sora			

Kylmäsillat

Kylmäsillat:	Pituus: m	Lisäkonduktanssi: W/mK
US-US (ulkonurkka)	21	0.04
US-US (sisänurkka)	10.5	-0.04
US-YP	217	0.05
US-VP	12.5	0.05
US-AP	217	0.1
US-ikkunat	40.1	0.04
US-ovet	16.3	0.04

Ilmanvaihto

Vaipan ilmanvuodot:	
Ilmanvuotoluku q50:	4.00

LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Ilmanvaihto:

Kuvaus	SWEGON W											
LTO %:	84	(PILP, käytetään vain tasauslaskennassa.)										
Muu ilmanvaihtojärjestelmän sähköteho (W):	0.0											
Tuloilman lämpötilan asetusarvo:	21 astetta											
Jäteilman lämpötila mitoitustilanteessa:	5 astetta											
Poistoilmamäärän suunnitteluvarvo (L/s):	70											
Poistoilmamäärän suunnitteluvarvo ilman LTO-vaatimusta (L/s):	0											
Tuloilman suhde poistoilmavirtaan:	0.98											
Lämpötilan nousu puhaltimessa:	0.75 astetta											
IV-laitteessa automaattinen LTO:n poiskytkentä asetuslämpötilan ylittyessä:	Ei											
LTO:n ja jälkilämmityspatterin kuukausipäälläolo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	x	x	x	x	x				x	x	x	x

Lämmitysjärjestelmä

Käyttöveden lämmitys:

Kuvaus	?
Käyttöveden varaajahäviöt (kWh/vuosi):	184
Käyttöveden kiertojohtojen häviöt (kWh/vuosi):	0
Käyttöveden siirron hyötysuhde:	0.85
Käyttöveden mitoitusvirtaama (litra/s):	0.2
Käyttöveden kiertojohtojen ominaisteho (W/m²):	0
Sähkölämmityksen hyötysuhde (käyttövesi):	1

Tilojen lämmitys:

Kuvaus	?
Lämmityksen varaajahäviöt (kWh/vuosi):	0
Lämmön jakelujärjestelmän hyötysuhde:	0.85
Lämmön jakelujärjestelmän apulaitteet (kWh/m²):	0.01
Varaavien tulisijojen lukumäärä:	1
Tulisijojen kokonaisvuosihyötysuhde:	0.6
Ilmalämpöpumppujen lukumäärä:	1
Sähkölämmityksen hyötysuhde (tilojen lämmitys):	1.0
Märkätilojen sähköisen lattialämmityksen osuus tilojen lämmityksestä:	0

Lämpöpumput

Poistoilmalämpöpumppu:

Kuvaus	SWEGON	
Tuotto-osuus tilojen lämpöenergian tarpeesta:	0.8	
Tuotto-osuus käyttöveden lämpöenergian tarpeesta:	0.8	
SPF-luku:	3.56	
Jäteilman lämpötila:	-8.0	

Laskenta ja tulokset

Lämmitystapa:	Poistoilmalämpöpumppu
Jälkilämmityspatteri:	Lämmitysjärjestelmä
Oma sähköntuotanto (kWh/a):	0

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde

Osoite	Rohkatie 1		
Rakennuksen käyttötarkoitus	Pientalo		
Rakennusvuosi	2014		
Lämmitetty nettoala	214	m ²	
Ilmanvuotoluku q50	4.00	m ³ /(h m ²)	

Rakennusvaippa

	A m ²	U W/(m ² K)	U A W/K	%
Ulkoseinät	251.00	0.17	42.67	25.99
Yläpohja	234.00	0.08	18.65	11.36
Alapohja	234.00	0.13	30.42	18.53
Ikkunat	24.41	1.00	24.41	14.87
Ulko-ovet	12.20	1.00	12.20	7.43
Kylmäsiilat	-	-	35.85	21.83

Ikkunat ilmansuunnittain

	A m ²	U W/(m ² K)	g,kohtisuora -	
Pohjoinen	8.55	1.00	0.50	
Itä	4.14	1.00	0.50	
Etelä	6.12	1.00	0.50	
Länsi	5.60	1.00	0.50	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	

Ilmanvaihtojärjestelmä

	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde - > 0.84 Vuosihiyötysuhde 0.84	Jäätymisenesto C 5.00
Pääilmanvaihtokoneet	0.070 / 0.070	1.8		
Erillispoistot				
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.070 / 0.070	1.8		

Lämmitysjärjestelmä

	Tuoton hyötysuhde -	Siirron/jakelun. hyötysuhde -	Lämpökerroin (1) -	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) W 0.00
Tilojen ja iv:n lämmitys		0.85	3.56	0.00
LKV:n valmistus		0.85	3.56	0.00

(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle

(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen

Takan ja ilmanlämpöpumpun huomioiminen

	Määrä kpl	Tuotto kWh
Takka	1	2000
Ilmalämpöpumppu	1	1000

Jäähdytysjärjestelmä

Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin -
----------------------	--

LKV:n käyttö

	m ³ /(m ² a)	yhteensä m ³ /a
LKV:n käyttö	0.34	72.00

Sisäiset lämpökuormat

	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²	Käyttöaste -
Sisäiset lämpökuormat	2.00	3.00		0.60
Sisäiset lämpökuormat			8.00	0.10

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Osoite	Rohkatie 1	
Rakennuksen käyttötarkoitus	Pientalo	
Rakennusvuosi	2014	
Lämmitetty nettoala	214	m ²
E-luku	157 (< raja=158)	kWh/(m ² a) (kWh lämmitettyä nettoalaa kohti)

E-luvun erittely

Käytettävät energialähteet	Ostoenergia	Energiamuodon Kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
	kWh/a	-	kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	18672	1.70	31742	148
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3334	0.50	1667	8
YHTEENSÄ	22006		33409	156

Uusiutuva omavaraisenergia

	kWh/a	kWh/(m ² a)
Lämpö ulkoilmasta	643	3.00

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus

	Sähkö kWh/(m ² a)	Lämpö kWh/(m ² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² a)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)		77.4	
Tuloilman lämmitys	19.7		
Lämpimän käyttöveden valmistus		23.9	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus			
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.8		
YHTEENSÄ	42.5	101.3	0

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys (2)	17083	80
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	9946	46
Lämpimän käyttöveden valmistus	4200	20
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	4365	20.40
Ihmiset	2250	10.51
Kuluttajalaitteet	3374	15.77
Valaistus	1500	7.01
Varastointi + muut häviöt	92	0.43

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (16.2.2013)

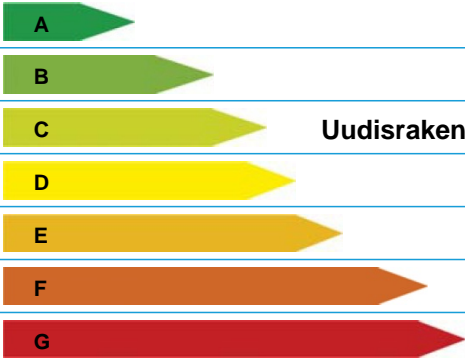
ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite: OKT Hautaoja Kai
Rohkatie 1
28600 Pori

Rakennustunnus:
Rakennuksen valmistumisvuosi: 2014

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: Pientalo

Todistustunnus:

	Energiatehokkuusluokka
	
C Uudisrakennus 2012	C

E-luku on 157

Luokitteluasteikko: Luokka 1, Erilliset pientalot

E-luku perustuu rakennuksen laskennalliseen energiakulutukseen eri energiamuodoilla painotettuna. Toteutunut energiankulutus riippuu esimerkiksi käyttäjien lukumäärästä ja käyttötottumuksista.

Todistuksen laatija:
Sami Haapaniemi

Yritys:

Allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä:
12.3.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:
12.3.2023

ENERGIATODISTUKSEN E-LUOKKA

Laskettu ostoenergiankulutus

Käytettävät energialähteet	Laskettu ostoenergia		Energiamuodon kerroin	E-energia kWh/(m² a)
	kWh/a	kWh/m² a		
Sähkö	18672	87	1.70	148
Puu	3334	16	0.50	8
YHTEENSÄ (E-luku)				157

E-luvun luokitteluasteikko: Luokka 1, Erilliset pientalot
E-luokat ko. asteikolla: A:79 B:122 C:158 D:238 E:368 F:438
Tämän rakennuksen E-luokka: C

E-luku perustuu rakennuksen laskennallisiin kulutuksiin ja energiamuotojen kertoimiin. Kulutus on laskettu vakioidulla käytöllä, jolloin eri rakennusten E-luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. E-lukuun sisältyy rakennuksen lämmitys-, jäähdytys-, kiinteistösähkö- ja käyttäjäsähköenergia. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autolämmityspistokkeet, sulanapitolämmitykset ja ulkovalot eivät sisälly E-lukuun

Keskeiset suositukset rakennuksen energiatehokkuutta parantaviksi toimenpiteiksi

Tämä osio ei koske uudisrakennuksia

Suositukset on esitetty yksityiskohtaisemmin kohdassa "Toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi".

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuskohde

Osoite	Rohkatie 1		
Rakennuksen käyttötarkoitus	Pientalo		
Rakennusvuosi	2014		
Lämmitetty nettoala	214	m ²	
Ilmanvuotoluku q50	4.00	m ³ /(h m ²)	

Rakennusvaippa

	A m ²	U W/(m ² K)	U A W/K	%
Ulkoseinät	251.00	0.17	42.67	25.99
Yläpohja	234.00	0.08	18.65	11.36
Alapohja	234.00	0.13	30.42	18.53
Ikkunat	24.41	1.00	24.41	14.87
Ulko-ovet	12.20	1.00	12.20	7.43
Kylmäsiilat	-	-	35.85	21.83

Ikkunat ilmansuunnittain

	A m ²	U W/(m ² K)	g,kohtisuora -	
Pohjoinen	8.55	1.00	0.50	
Itä	4.14	1.00	0.50	
Etelä	6.12	1.00	0.50	
Länsi	5.60	1.00	0.50	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	

Ilmanvaihtojärjestelmä

	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde - > 0.84 Vuosihiyötysuhde 0.84	Jäätymisenesto C 5.00
Pääilmanvaihtokoneet	0.070 / 0.070	1.8		
Erillispoistot				
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.070 / 0.070	1.8		

Lämmitysjärjestelmä

	Tuoton hyötysuhde -	Siirron/jakelun. hyötysuhde -	Lämpökerroin (1) -	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) W 0.00
Tilojen ja iv:n lämmitys		0.85	3.56	0.00
LKV:n valmistus		0.85	3.56	0.00

(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle

(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen

Takan ja ilmanlämpöpumpun huomioiminen

	Määrä kpl	Tuotto kWh
Takka	1	2000
Ilmalämpöpumppu	1	1000

Jäähdytysjärjestelmä

Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin -
----------------------	--

LKV:n käyttö

	m ³ /(m ² a)	yhteensä m ³ /a
LKV:n käyttö	0.34	72.00

Sisäiset lämpökuormat

	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²	Käyttöaste -
Sisäiset lämpökuormat	2.00	3.00		0.60
Sisäiset lämpökuormat			8.00	0.10

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuskohde

Osoite	Rohkatie 1	
Rakennuksen käyttötarkoitus	Pientalo	
Rakennusvuosi	2014	
Lämmitetty nettoala	214	m ²
E-luku	157 (< raja=158)	kWh/(m ² a) (kWh lämmitettyä nettoalaa kohti)

E-luvun erittely

Käytettävät energialähteet	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh/a	kWh/(m ² a)
Sähkö	18672	1.70	31742	148
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3334	0.50	1667	8
YHTEENSÄ	22006		33409	156

Uusiutuva omavaraisenergia

	kWh/a	kWh/(m ² a)
Lämpö ulkoilmasta	643	3.00

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus

	Sähkö kWh/(m ² a)	Lämpö kWh/(m ² a)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² a)
Lämmitysjärjestelmä			
Tilojen lämmitys (1)		77.4	
Tuloilman lämmitys	19.7		
Lämpimän käyttöveden valmistus		23.9	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus			
Jäähdytysjärjestelmä			
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.8		
YHTEENSÄ	42.5	101.3	0

(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve

	kWh/a	kWh/(m ² a)
Tilojen lämmitys (2)	17083	80
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	9946	46
Lämpimän käyttöveden valmistus	4200	20
Jäähdytys	0	0

(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat

	kWh/a	kWh/(m ² a)
Aurinko	4365	20.40
Ihmiset	2250	10.51
Kuluttajalaitteet	3374	15.77
Valaistus	1500	7.01
Varastointi + muut häviöt	92	0.43

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

Laskentatyökalun nimi ja versionumero

www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (16.2.2013)

Olemme tutustuneet tämän piirustussarjan mukaiseen rakennushankkeeseen ja samalla saaneet tiedon sen vireille tulosta

LIITE 4

Kiinteistötunnus Allekirjoitus

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

Edellisen lisäksi olemme tietoisia hankkeeseen liittyvistä poikkeamista rakentamismääräyksistä seuraavasti:
Poikkeama:

- 1)"haria" osittain Vakkatien suuntainen
2)katon kaltevuus osittain <14 ° (10°)

Kiinteistön omistajana / haltijana suostumme edellä esitettyihin poikkeamisiin

Kiinteistötunnus Allekirjoitus Ehdolla, että

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

Kiinteistön omistajana / haltijana emme suostu edellä esitettyihin poikkeamiin

Kiinteistötunnus Allekirjoitus

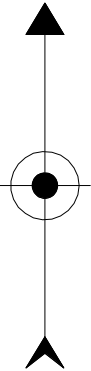
609 - - - - -

609 - - - - -

609 - - - - -

Päiväys	Muutos	Tunnus
---------	--------	--------

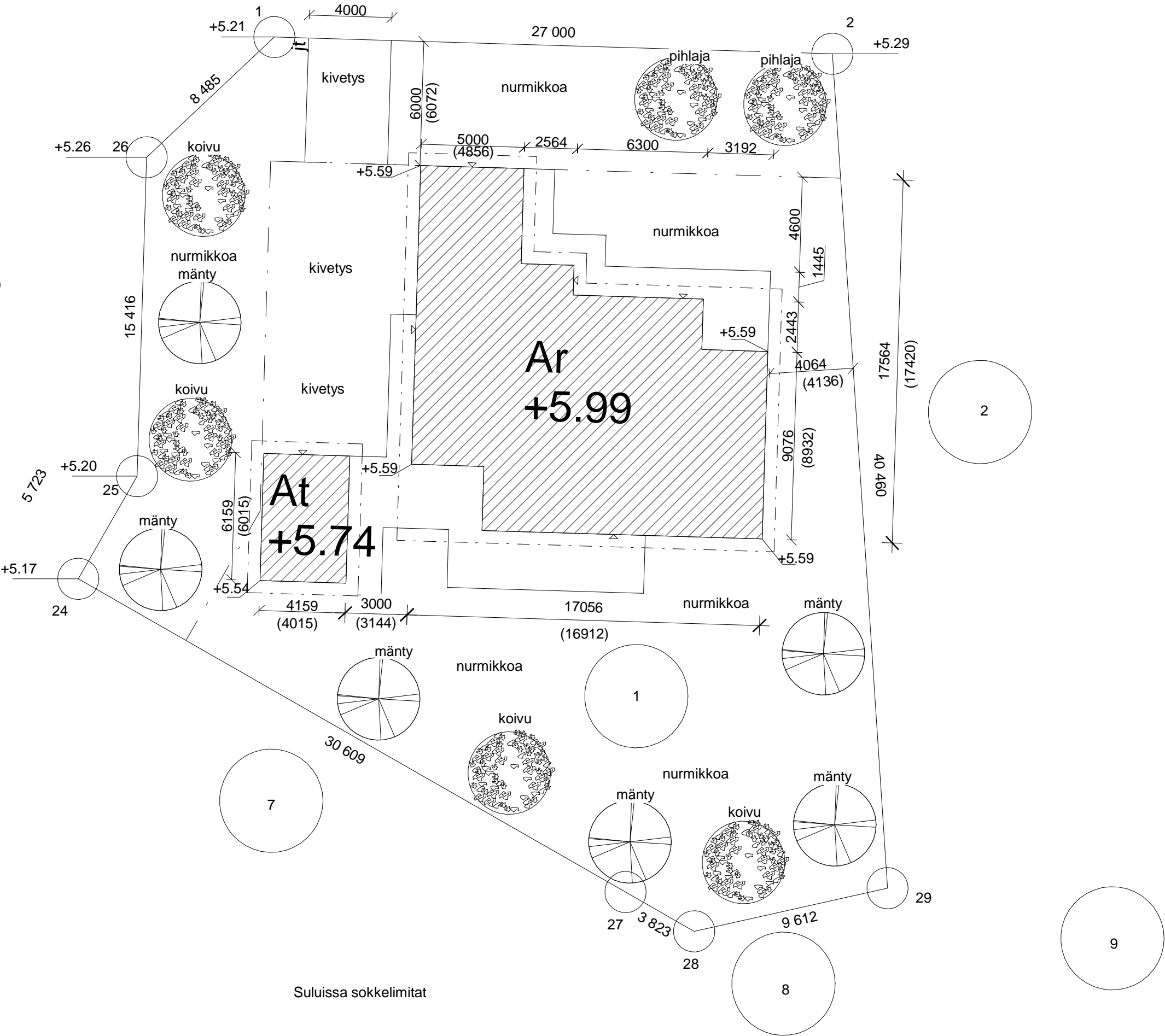
4:001318.dwg



52
AO-88
I u4/5
A=1271m2
e=0.25

Rohkatie

Vakkatie



Suluissa sokkelimitat

TONTTI 1
Tontin pinta-ala 1217m2
Rakennusoikeus e=0.25 (304m2)

Ar

Ha 211m2
Ka 234m2
Tilavuus 749m3

At

Ka 23m2
Tilavuus 47m3

Ar:

Lämmitysmuoto: Poistoilmalämpöpumppu
Lämmonjakelu: Vesikiertoinen lattialämmitys

Rakennuksen paloluokka P3

Rakennus varustetaan koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdonkoneella, jossa lämmöntalteenotto vuosihyötysuhde min.50%

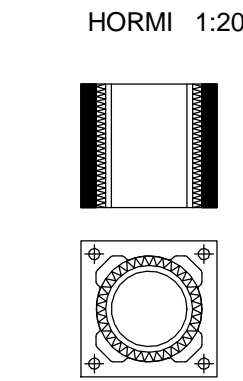
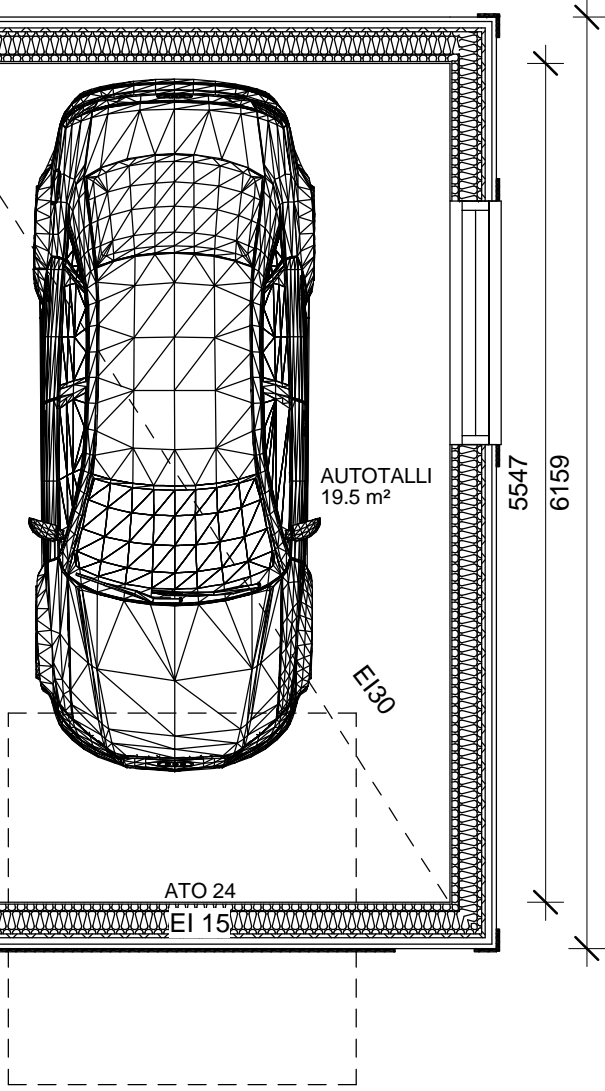
Maanpinnan kallistukset sokkelista pois päin 1:20 1m:n matkalla.

Ar on rajan1-2 suuntainen

Lattiakorko +5.99

Rakennus liitetään kunnalliseen
jätevesi-, sadevesi-, vesijohtoverkostoon

Kaupunginosa / Kyliä Tuorsniemi (28.)	Korttel / Tila 52	Tontti / Rno 1	Viranomaisen merkintä	
Rakennuslupamenopide UUDISRAKENNUS			Pirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Julkaiseva numero
Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset				
Rakennuskohde OKT HAUTAOJA Kai Rohkatie 1 28600 PORI			Pirustuksen sisältö ASEMAPIIRUSTUS	mittakaava 1 : 200
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero sami.haapaniemi@student.samk.fi 040 755 4683			Työnumero 01	Pirustuksen tunnus A101
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys			Suunnittelija ARK	muutos Tiedosto
04/04/13				



Palosuojaukset ja etäisyydet RakMK E3:n mukaan

Huoneistoala 211m2
Kerrosala 234m2
Tilavuus 749m3

Lämmitysmuoto: Poistoilmalämpöpumppu
Lämmönjakelu: Vesikiertoinen lattialämmitys

Rakennuksen paloluokka P3

Rakennus varustetaan talo- ja kattotikkailla ja vesikaton varustella
RakMK F2:n mukaan

LVIS-järjestelyt erikoissuunnitelmien mukaan

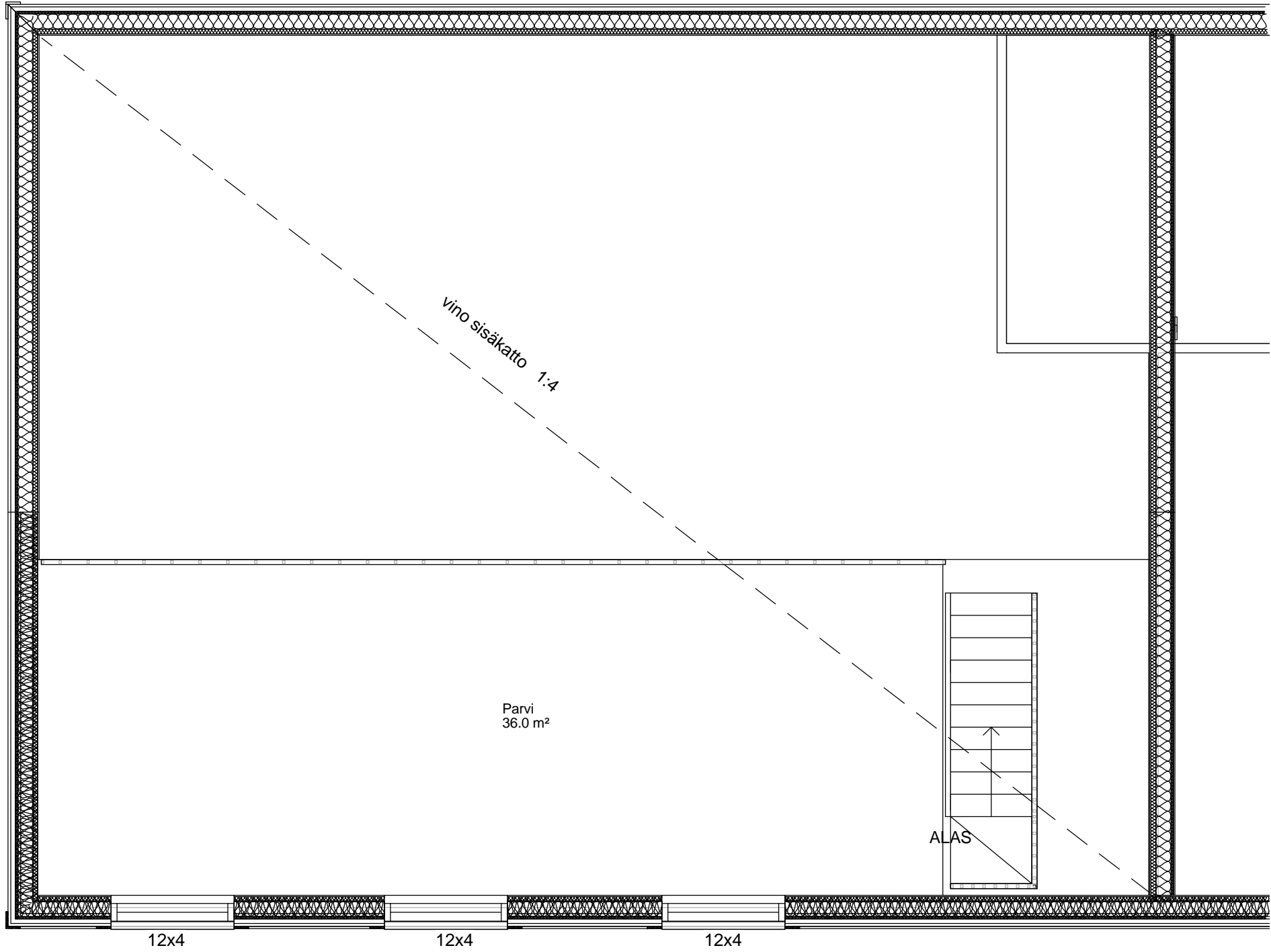
Väliovien vapaa kulkuaukko >800mm (erikoissaranointi)

Rakennus varustetaan koneellisella tulo- ja poistoilmavaihdolla jossa lämmöntalteenottolaitte vuosihyötysuhde min. 50%

Huom!
Kaikissa ikkunoissa ja ikkunaovissa joiden lasiaukon alareuna on alle 700mm lattiapinnasta käytetään turvalasia tai 6mm tasolasia

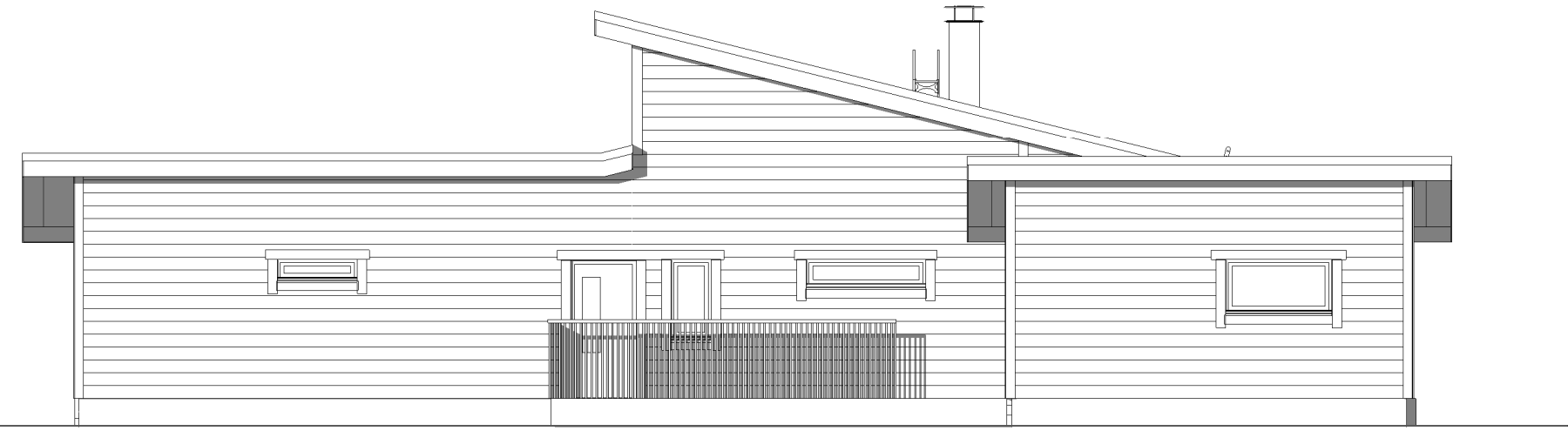
Palovaroitimet 1kpl/60m2 kytkettävä verkostoon

2.KRS

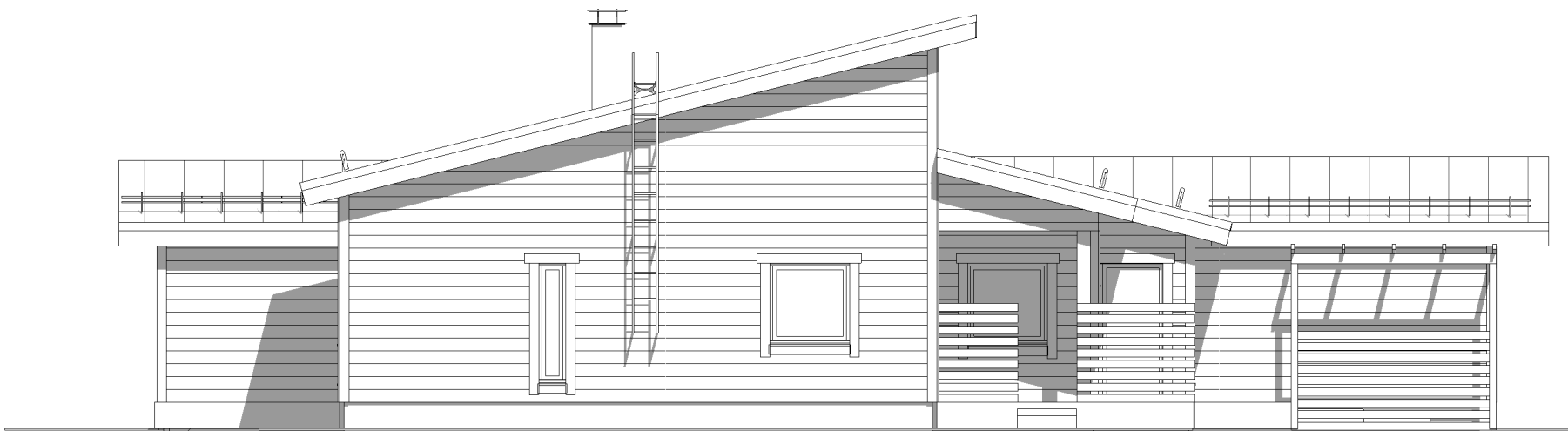


Päiväys	Muutos	Tunnus
---------	--------	--------

Kaupunginosa / Kyliä Tuorsniemi (28.)	Korttel / Tila 52	Tontti / Rno 1	Viranomaisen merkintä
Rakennusomienpid UUDISRAKENNUS	Piirustustilaj PÄÄPIIRUSTUS	Julkaisija numero	
Rakennuksen numero / Rakennuksen numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset			
Rakennuskohde OKT HAUTAOJA Kai Rohkatie 1 28600 PORI	Piirustuksen sisältö Pohjapiirustus 1.krs Pohjapiirustus 2.krs Hormi	mittakaava 1:50 1:50 1:20	
Suunnittelijan yhteystiedot: yhtiys, osoite ja puhelinnumero sami.haapaniemi@student.samk.fi 040 755 4683	Työnumero 01	Piirustuksen tunnus A102	muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys	Suunnittelija ARK	Tiedosto	
02/04/13			



FASADI ITÄÄN



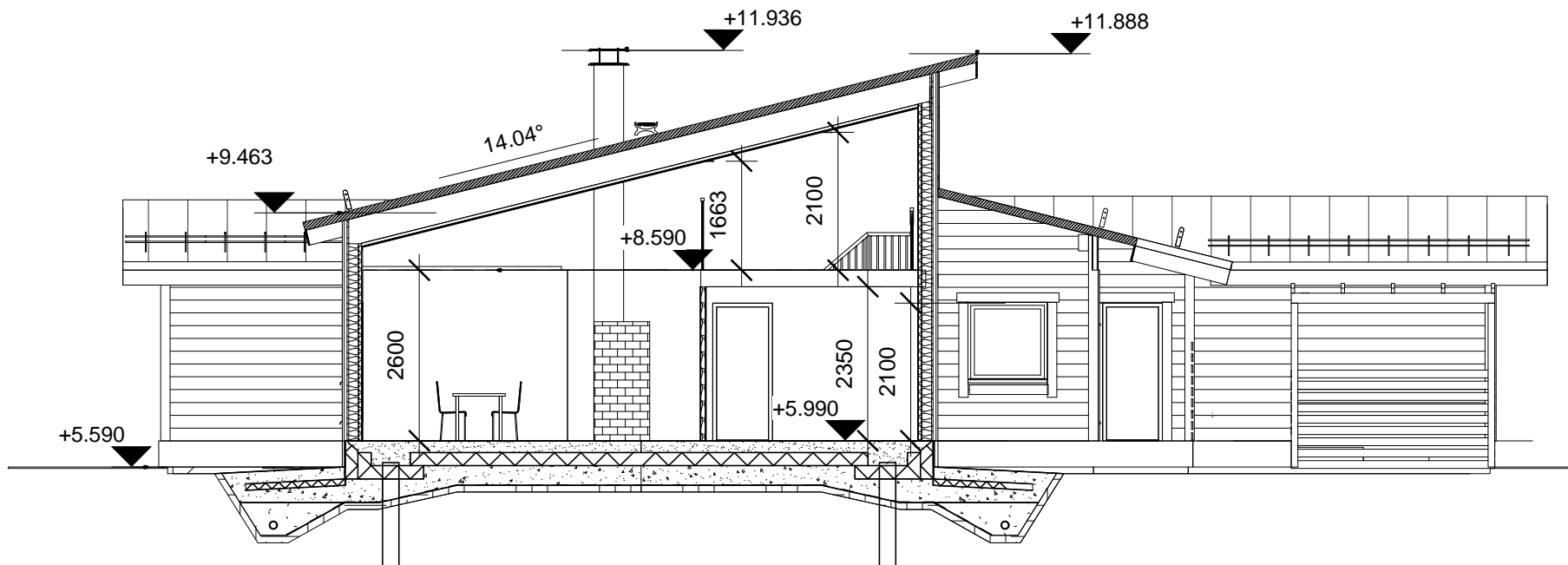
FASADI LÄNTEEN



FASADI ETELÄÄN



FASADI POHJOISEEN



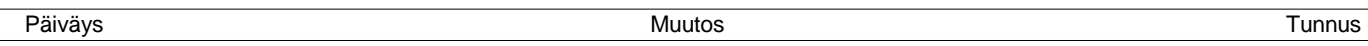
JULKISIVUVÄRIT:

- 1.HORMI
2.VESIKATE
3.VERHOUSLAUTA
4.TEHOSTEVÄRIT
5.SOKKELI

tumman harmaa
konesaumattu peltikate, tumman harmaa
valkoinen
tumman ruskea
harmaa

Päiväys	Muutos	Tunnus
---------	--------	--------

Kaupunginosa / Kyliä Tuorsniemi (28.)	Korttel / Tila 52	Tontti / Rno 1	Viranomaisen merkintä
Rakennusomienpid UUDISRAKENNUS	Piirustustila PÄÄPIIRUSTUS	Julkaisun numero	
Rakennuksen numero / Rakennuksen numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset			
Rakennuskohde OKT HAUTAOJA Kai Rohkatie 1 28600 PORI	Piirustuksen sisältö JULKISIVUT LEIKKAUS A-A	mittakaava 1 : 100 1 : 100	
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero sami.haapaniemi@student.samk.fi 040 755 4683	Työnumero 01	Piirustuksen tunnus A103	muutos
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys	Suunnittelija ARK	Tiedosto	
		02/04/13	



Kaupunginosa / Kyla Tuorsniemi (28.)	Korttel / Tila 52	Tontti / Rno 1	Viranomaisten merkintä
Rakennustunnus UUDISRAKENNUS			Piirustilaji PÄÄPIIRUSTUS
Rakennuksen numero / Rakennusten numerot / Rakennustunnus / Rakennustunnukset			
Rakennuskohde OKT HAUTAJOJA Kai			Piirustuksen sisältö Rakennepiirustus
Rohkatie 1 28600 PORI			mittakaava 1 : 10
Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero sami.haapaniemi@student.samk.fi 040 755 4683			Työnumero 01
Vastuuhenkilö: nimi, tulkinto, allekirjoitus ja päävyös			Piirustuksen tunnus A104
Suunnittelija: nimi, tulkinto, allekirjoitus ja päävyös			Tiedosto RAK
02/04/13			

BETONIN SUUNNITTELUKÄYTTÖIKÄ 50V.

ANTURAT:
TERÄS T = A 500 HW
RASITUSLUOKKA: XC2
BETONI: K30-2
BETONIPHITE: 30mm
MAATAVASTEN VALETTAESSA 50mm

REUNAPALKKI:
RASITUSLUOKKA: XC3,4,XF1
BETONI K35-2
BETONIPHITE: 35mm
MAATAVASTEN VALETTAESSA 50mm

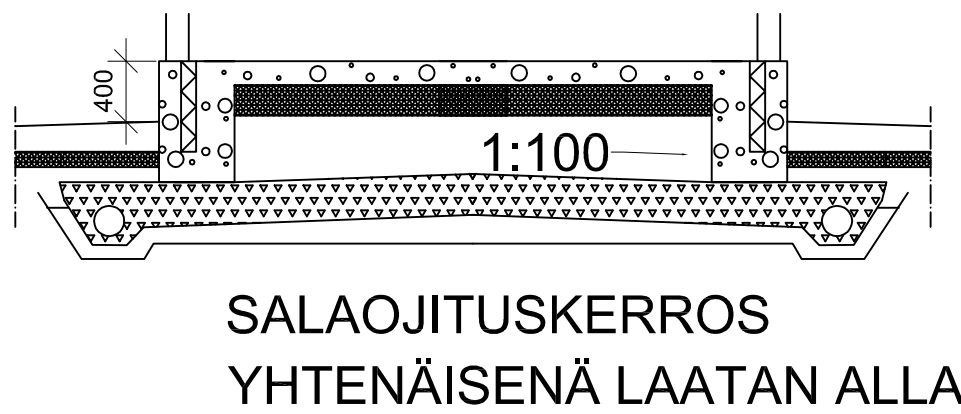
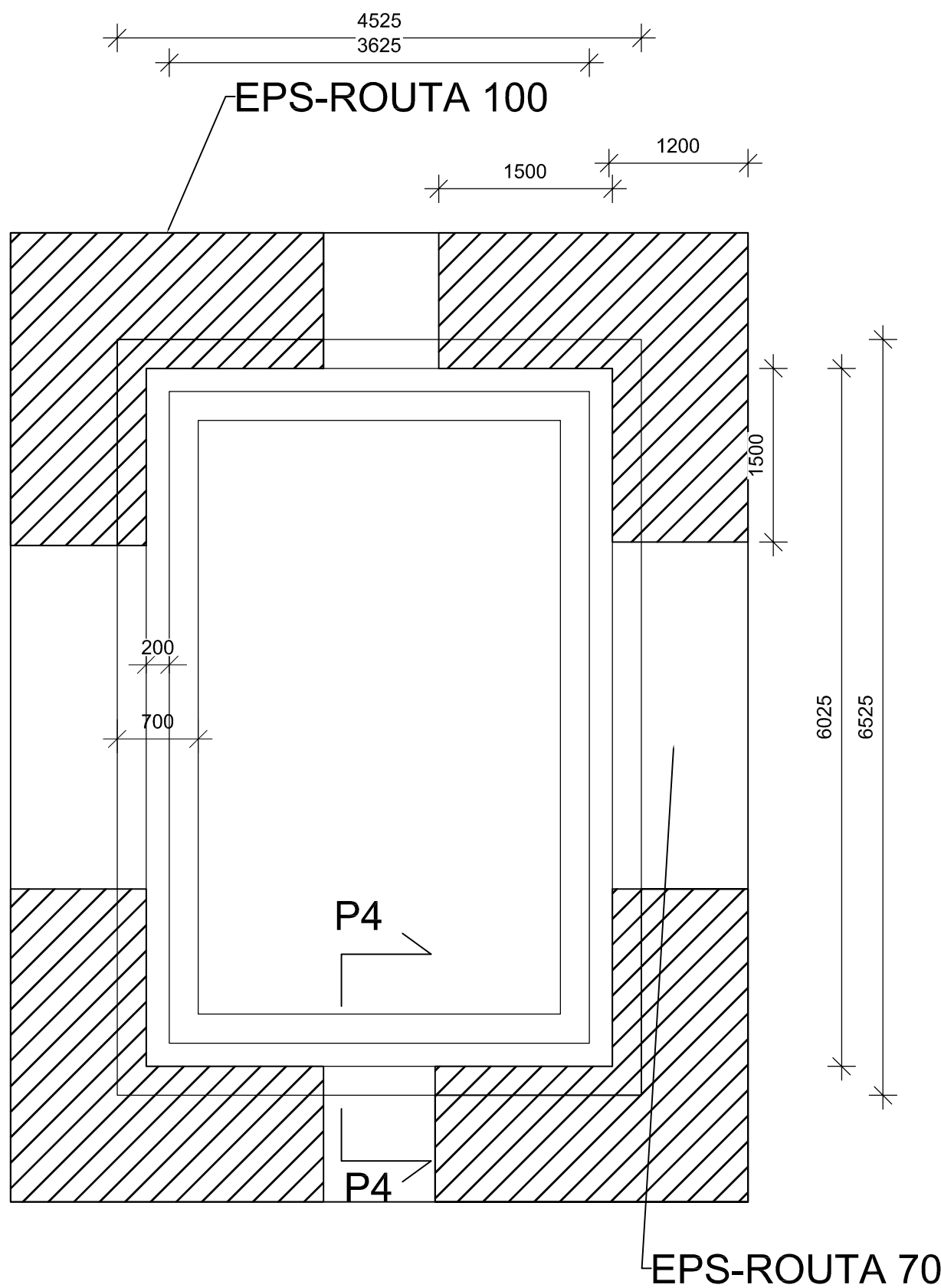
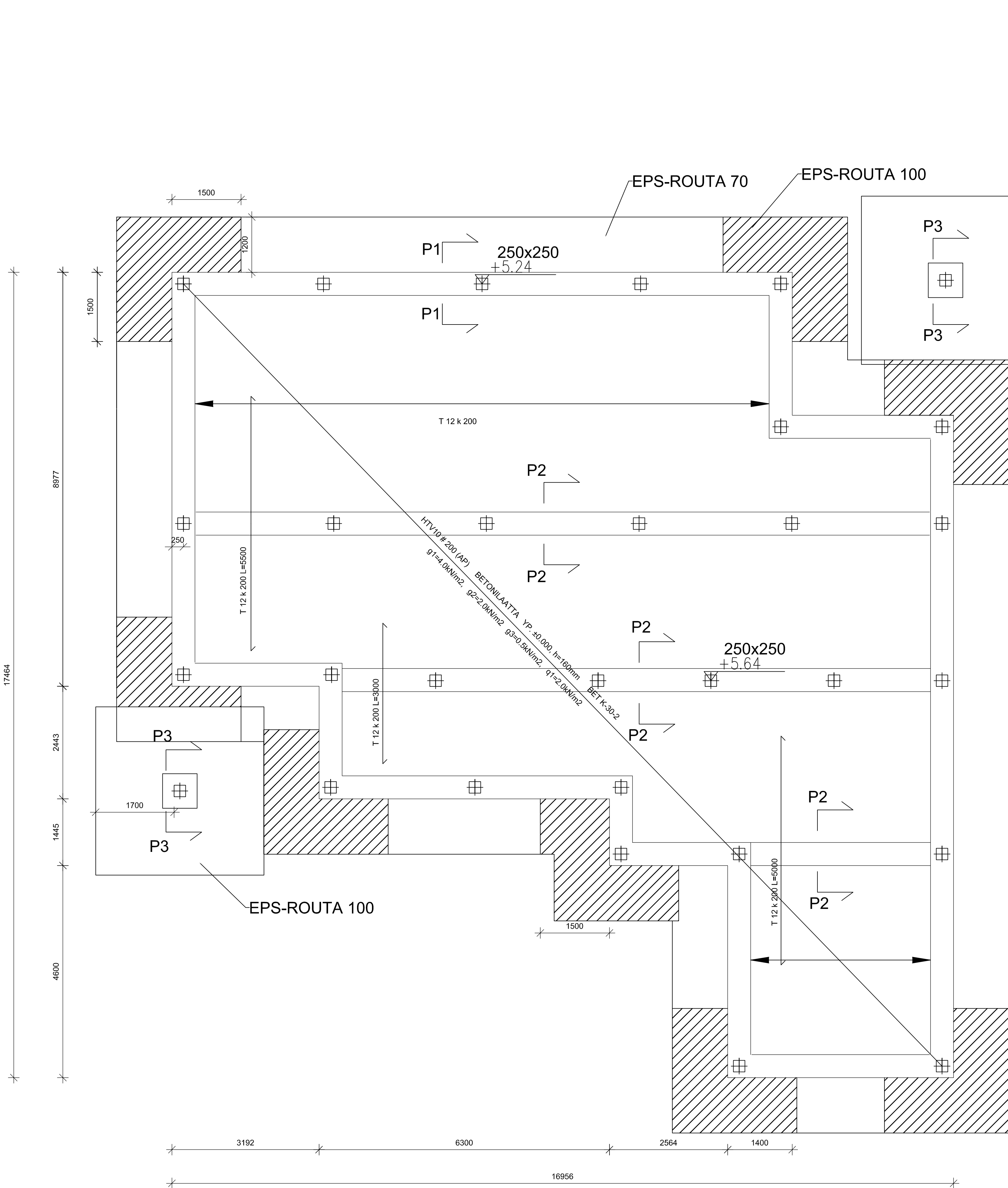
SOKKELIT (ULKOKUORI):
RASITUSLUOKKA: XC3,4,XF1
BETONI: K35-2
BETONIPHITE: 35mm

SOKKELIT (SISÄKUORI), PERUSMUURIT JA PERUSPILARIT:
RASITUSLUOKKA: XC2
BETONI: K35-2
BETONIPHITE: 35mm

PAALUT:
250mmx250mm
PAALUTUSLUOKKA 3
GEOTEKNINEN KANTAVUUS: P=150kN

pgeo=35kN/m2

EPS-LATTIAN LUJUUSLUOKKA 100



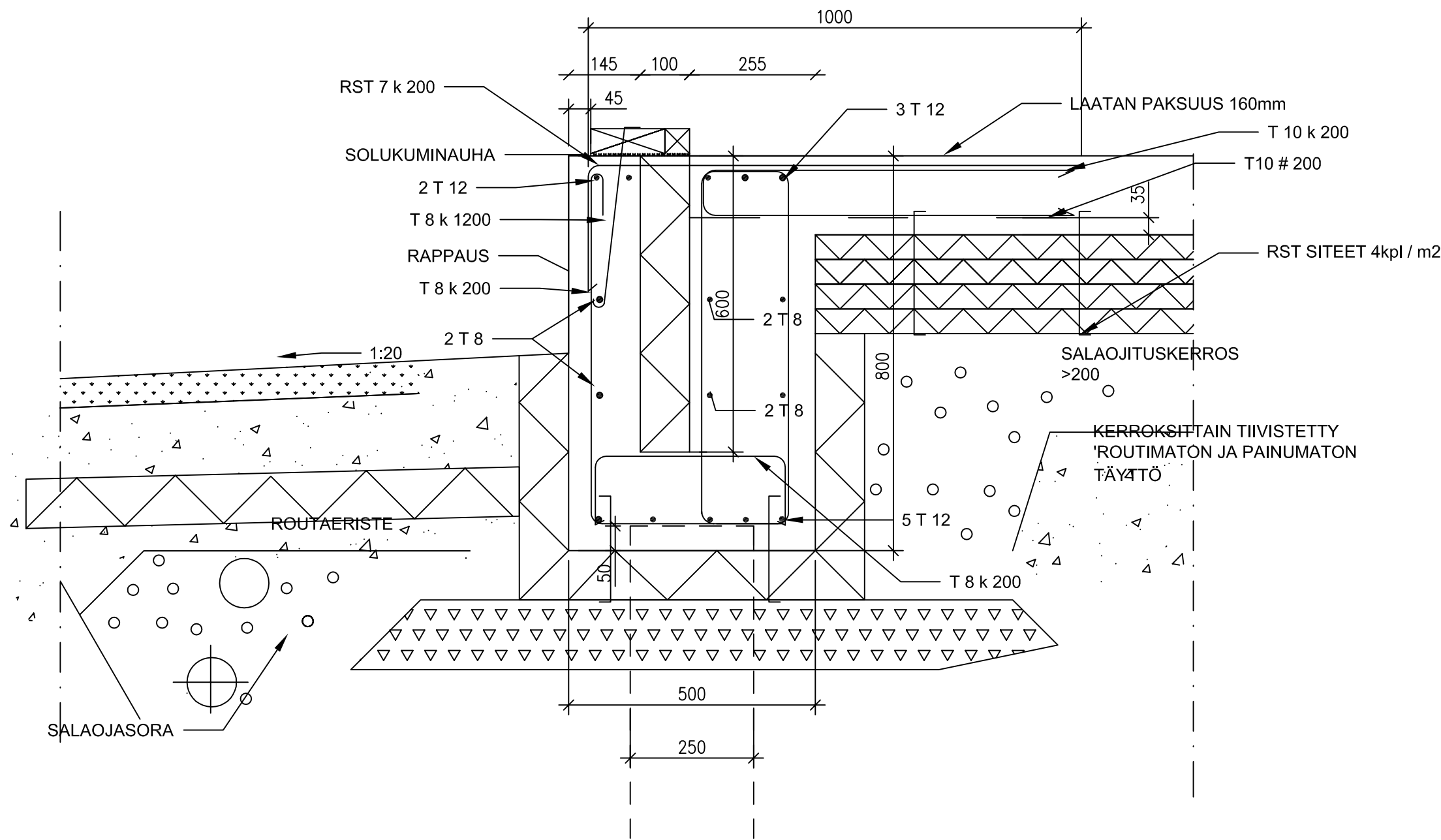
PIIRUSTUKSEN TARKASTANUT

	17.6.2013	Kal Hautaja, Ri			
Muutos	Päiväys	Suunnittelija	Selitys		
K.osa/Kylä Tuorsniemi		Kortteli/Tila 52	Toimitus/Rak.o 1	Viranomaisen merkintöjä varten	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Pirustustajaj RAKENNEPIIRUSTUS		
Rakennuskohteen nimi ja osoite OKT HAUTAOJA Kai Rohkatie 1 28600 Pori			Pirustuksen sisältö PERUSTUS	Mittakaava 1:50	
Sami Haapaniemi			RAK	työ	Piir.
				01	1
Piirt.	Suunn.	Hyv.		Pvm. 12.6.2013	

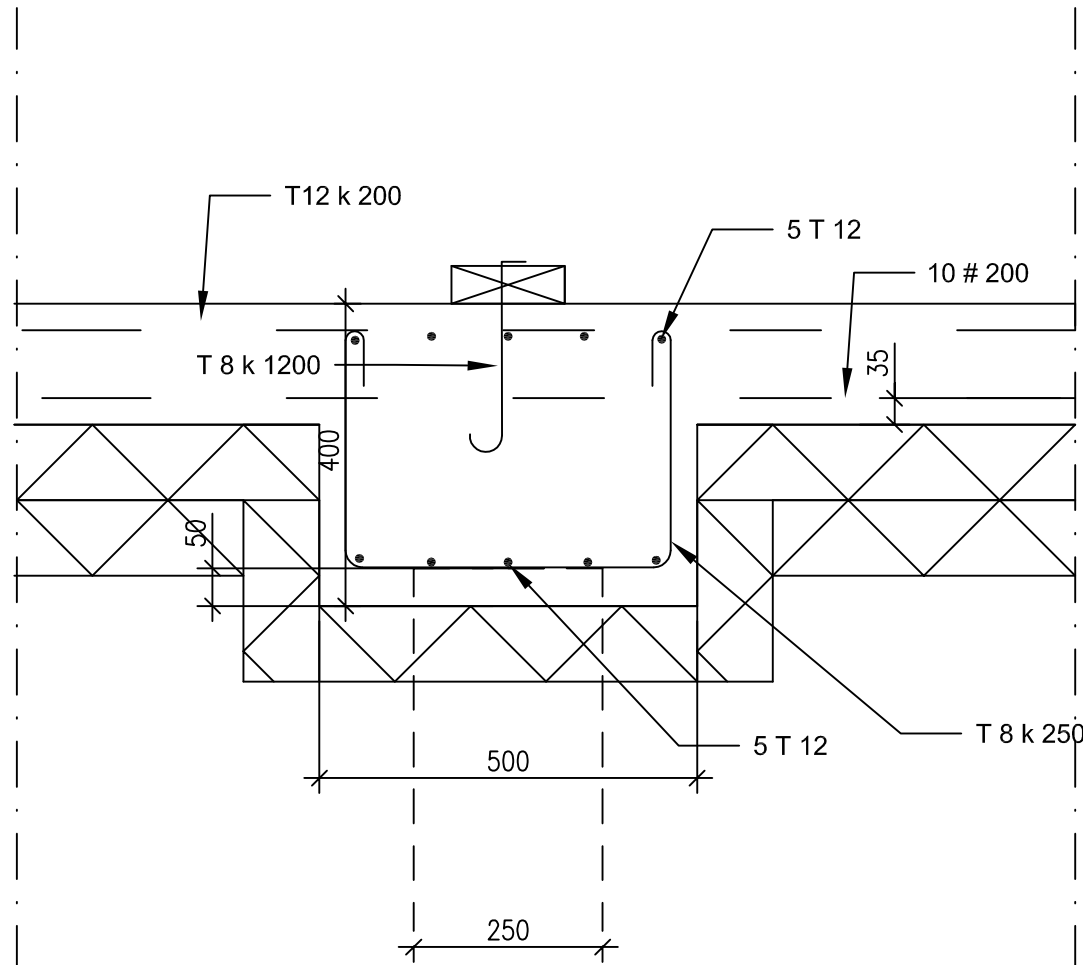


	17.6.2013	Kal Hautaja, Ri		
Muutos	Päiväys	Suunnittelija	Seitys	
K.osa/kylä Tuornio			Korttelitila 52	tomittimen 1
Rakennustöidenpöytäkirja UUDISRAKENNUS			Viranomaisen merkintöjä varten	
Rakennusköhteen nimi ja osoite			Pöörustuslaji RAKENNEPIIRUSTUS	
OKT HAUTAOJA Kai Rohkatie 1 28600 Pori			Pöörustuksen sisältö PAALUTUS	Mittakaava 1:50
Sami Haapaniemi			1:50	Pöör.
Pöör.	Suunn.	Hyv.	Pöör.	
		12.6.2013		

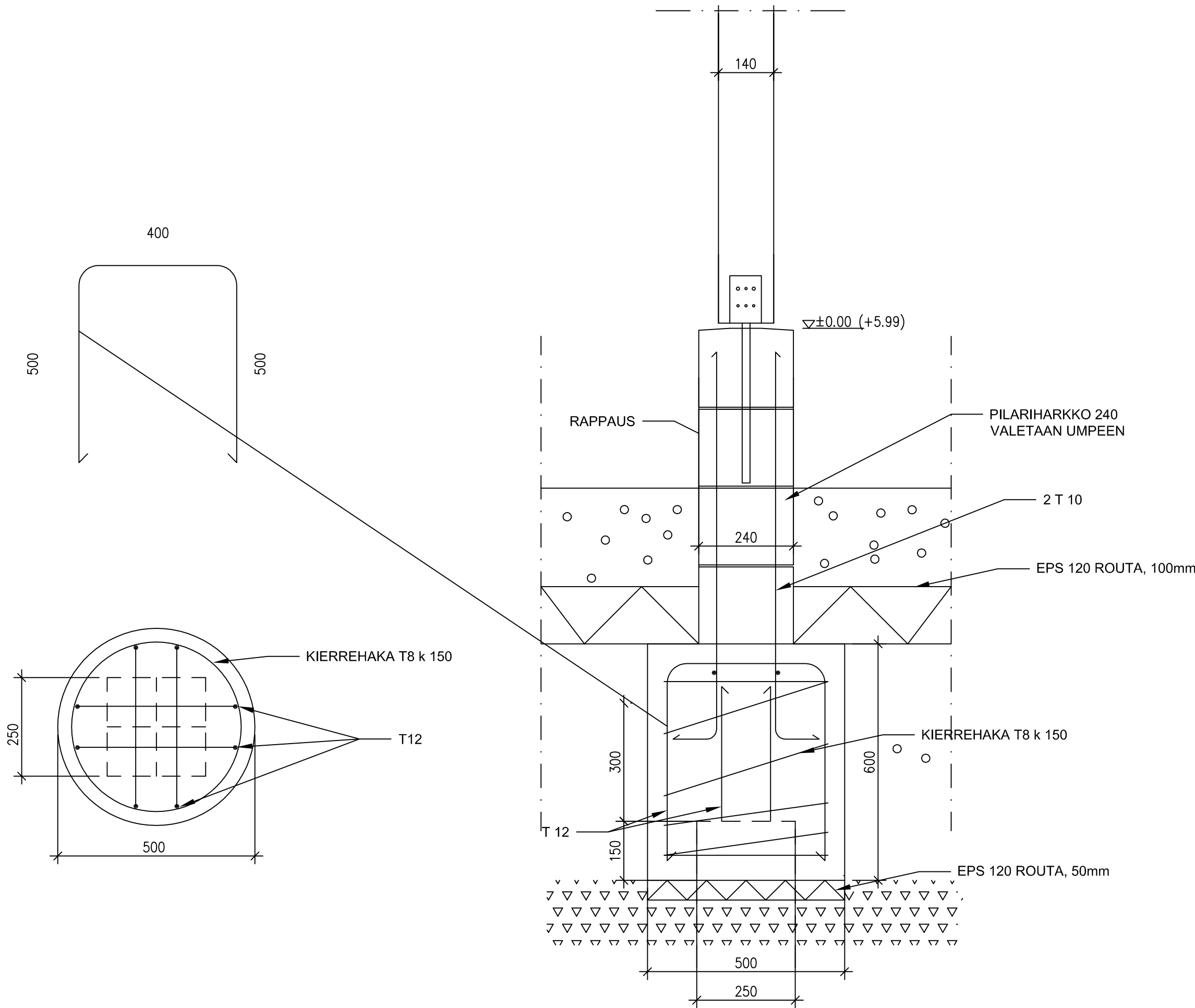
P1 - P1



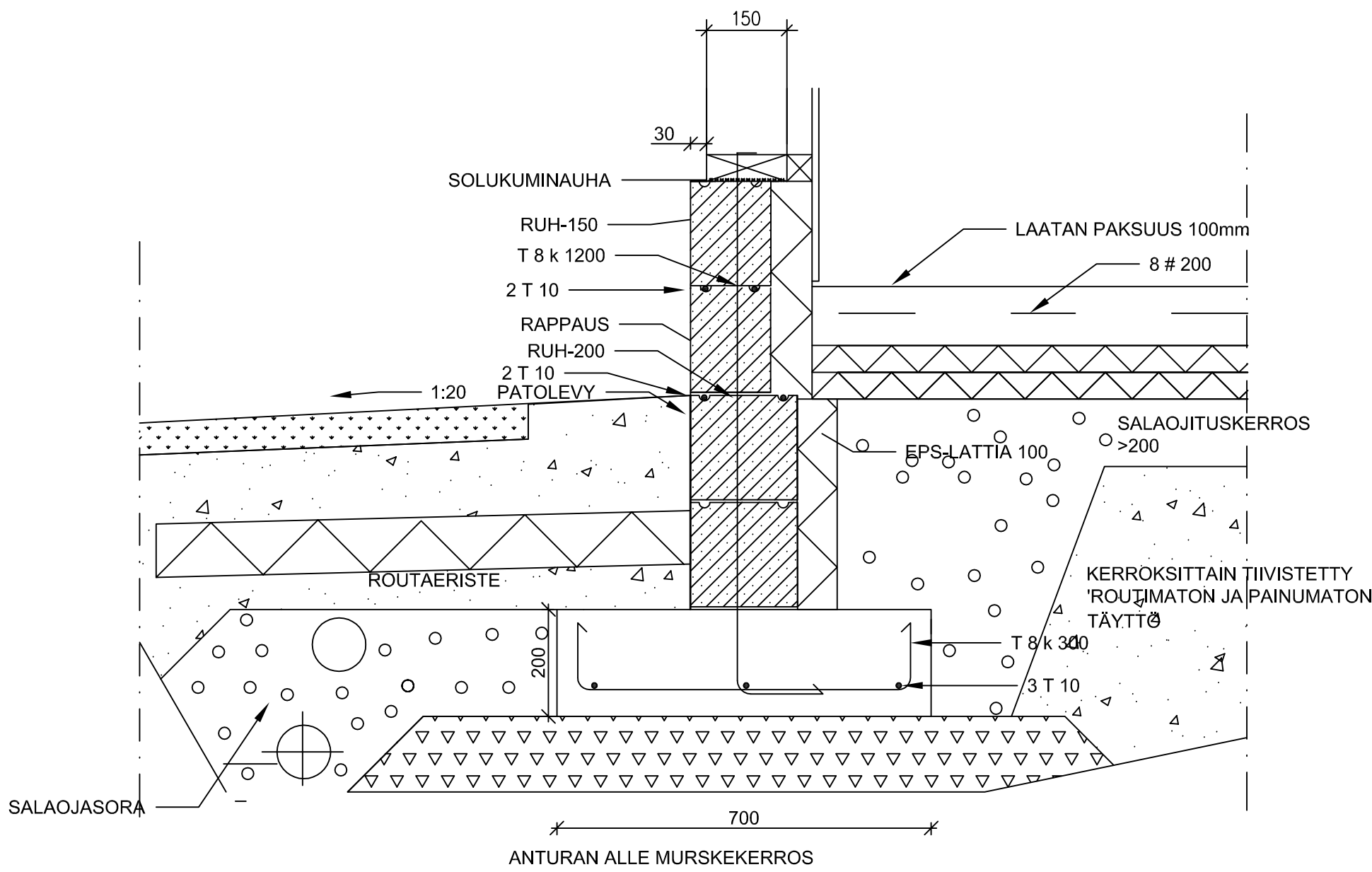
P2 - P2



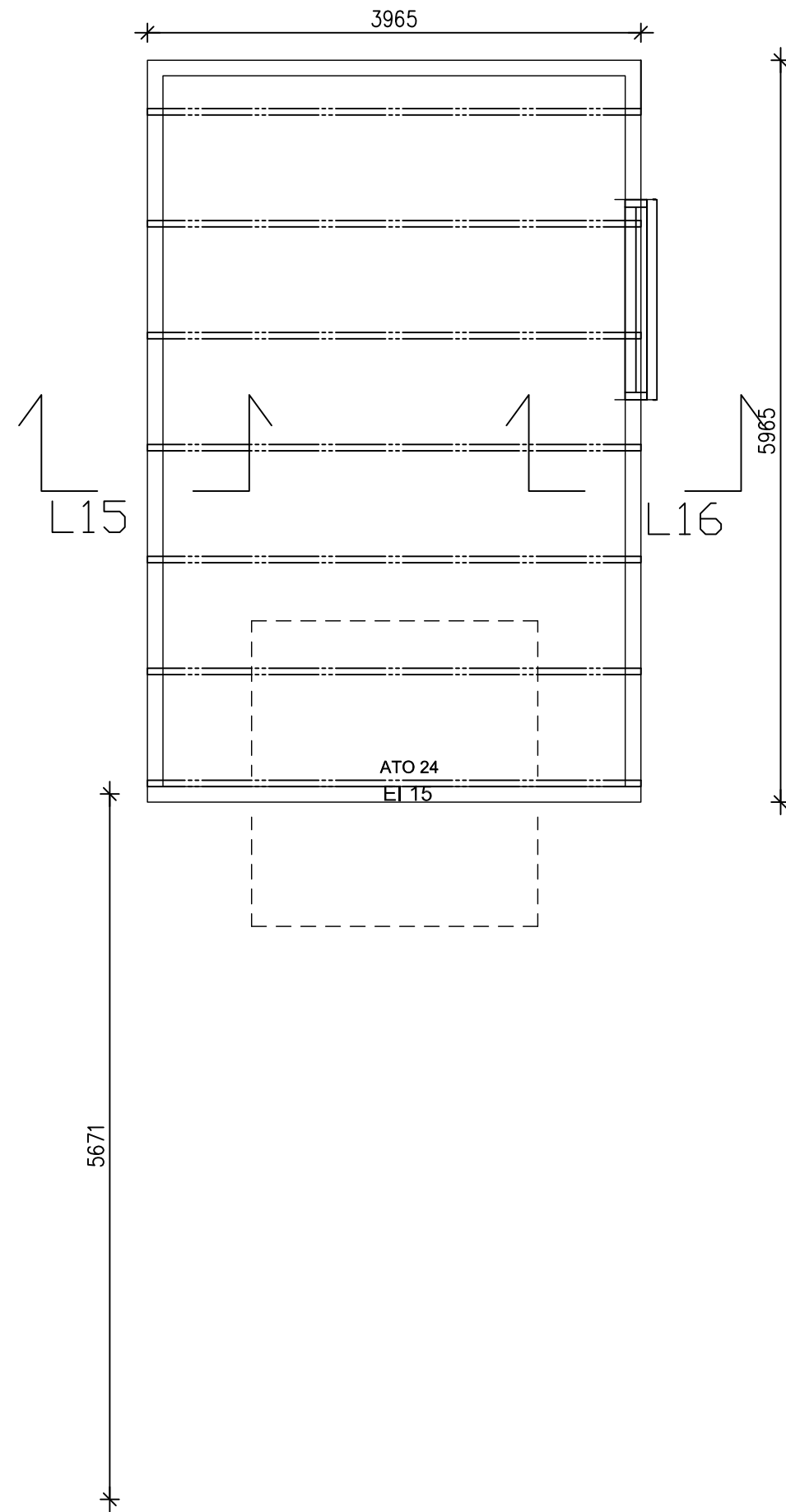
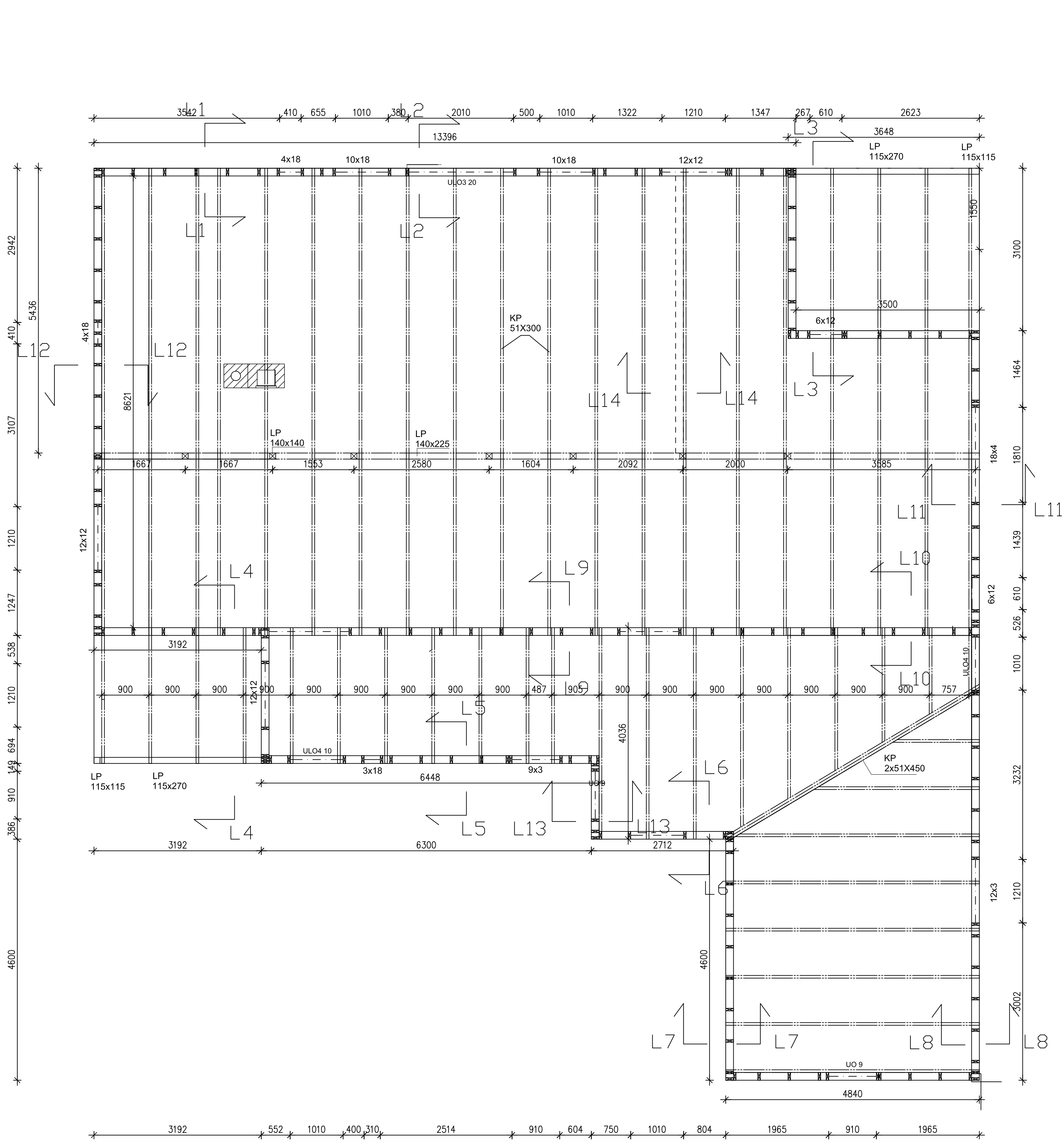
P3 - P3



P4 - P4



	17.6.2013		
Muutos	Paivays	Suunnittelija	Selitys
K.osa/Kylä Tuusniemi		Korttel/Tila 52	Tontti/Rn:o 1
Rakennustarjous UUDISRAKENNUS		Viranomaisien merkintä varten	
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Pirustustalaj RAKENNEPIIRUSTUS	
OKT HAUTAOJA Kai Rohkatie 1 28600 Pori		Pirustuksen sisältö Mittakaava PERUSTUSLEIKKAUKSET 1:10	
Sami Haapaniemi		RAK	Työ 01 Piir. 3
Piir.	Suunn.	Hyv.	Pvm. 12.6.2013

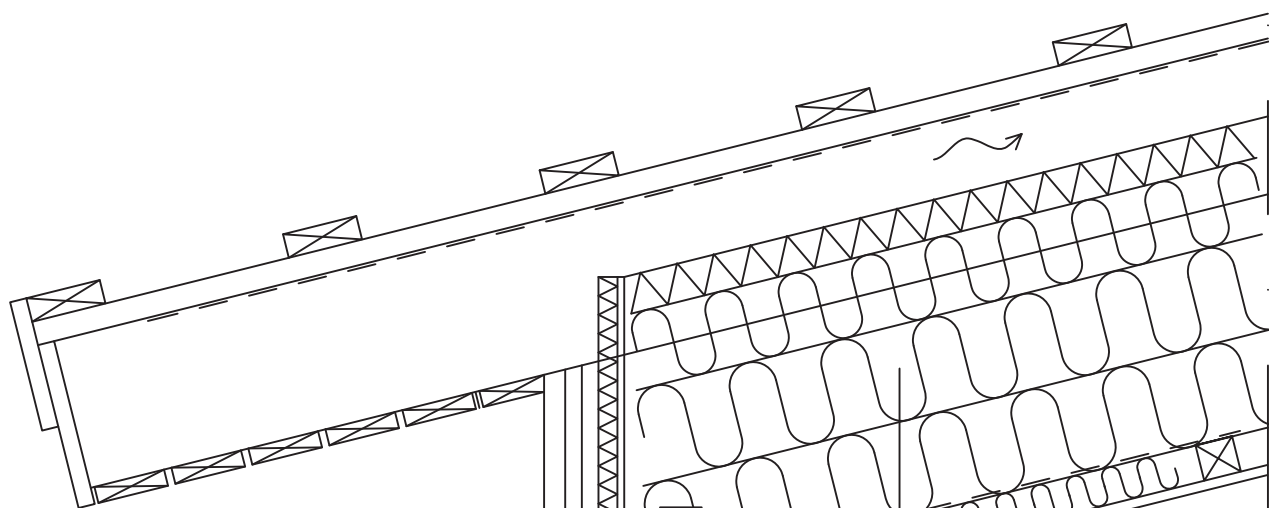


PIIRUSTUKSEN TARKASTANUT

Muutos				Paiväys	
Suunnittelija				Sertifikaatti	
Kosa/Kylä				Korttel/Tila	
Tuoriniemi				Tontti/Rno	
Rakennustaloudenpidä				Viranomaisten merkintäjä varten	
UUDISRAKENNUS				Piirustusta, j	
Rakennuskohteen nimi ja osoite				RAKENNEPIIRUSTUS	
DKT HAUTAJA Kai				Mittakaava	
Rohkatie 1				TASOPIIRROS	
28600 Pori				1:50	
Sami Haapaniemi				Pirr.	
Pirt.				01	
Suunn.				4	
Hyv.					
Vn.					
9.4.2014					

Muutos	Päiväys	Suunnittelija	Selitys	

K.osa/Kylä Tuorsniemi		Kortteli/Tila 52		Tontti/Rn:o 1		Viranomaisten merkintöjä varten	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS				Piirustustyyppi RAKENNEPIIRUSTUS			
Rakennuskohteen nimi ja osoite OKT HAUTAUSKAI Kai Rohkatie 1 28600 Pori				Piirustuksen sisältö RAKENNELEIKKAUKSET		Mittakaava 1:10	
Sami Haapaniemi				RAK		Työ 01	
						Piir. 5	
Piirt.	Suunn.	Hyv.	Pvm. 9.4.2014				



+3.005

65x90x90x2
n. 5.0x40 10kpl

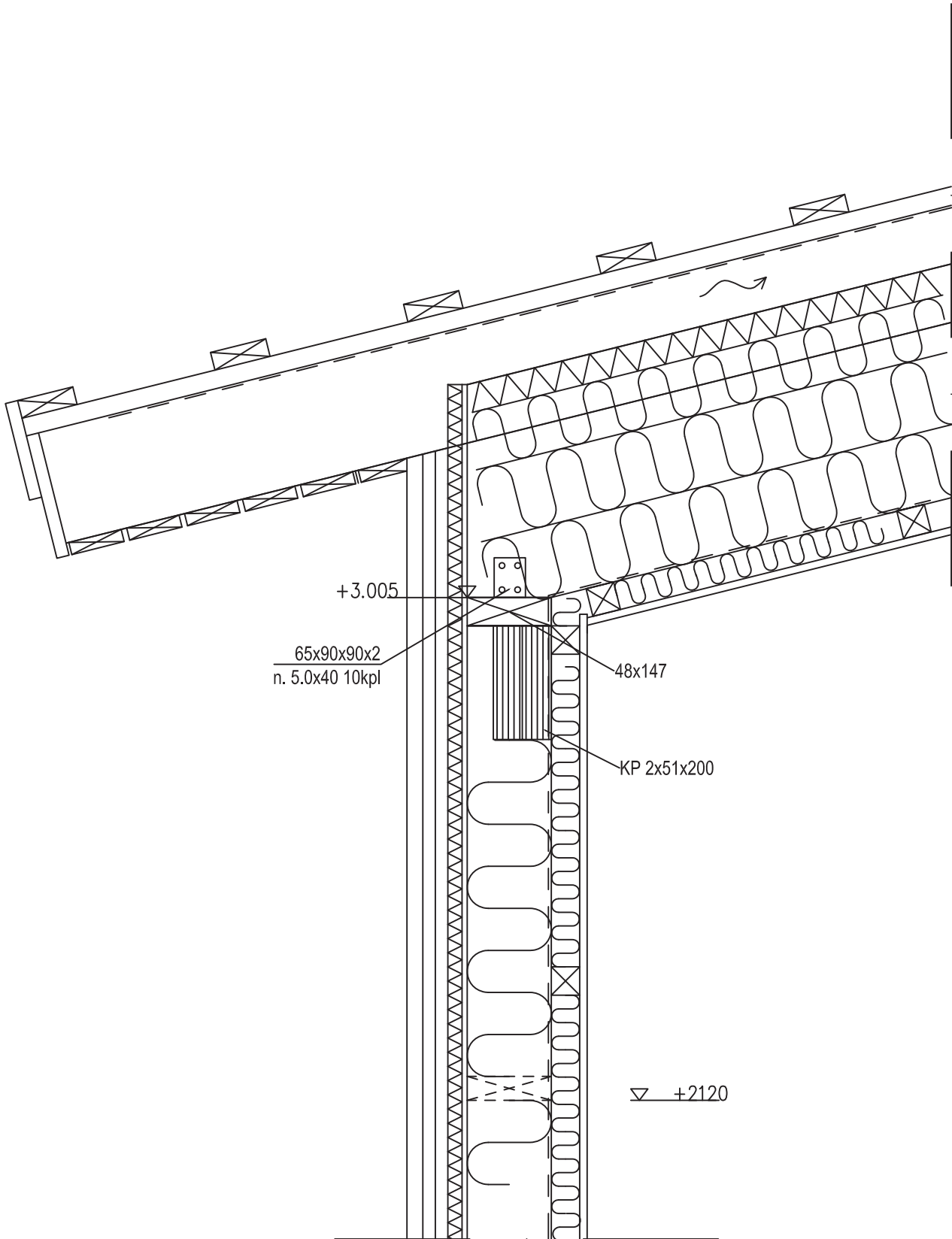
48x147

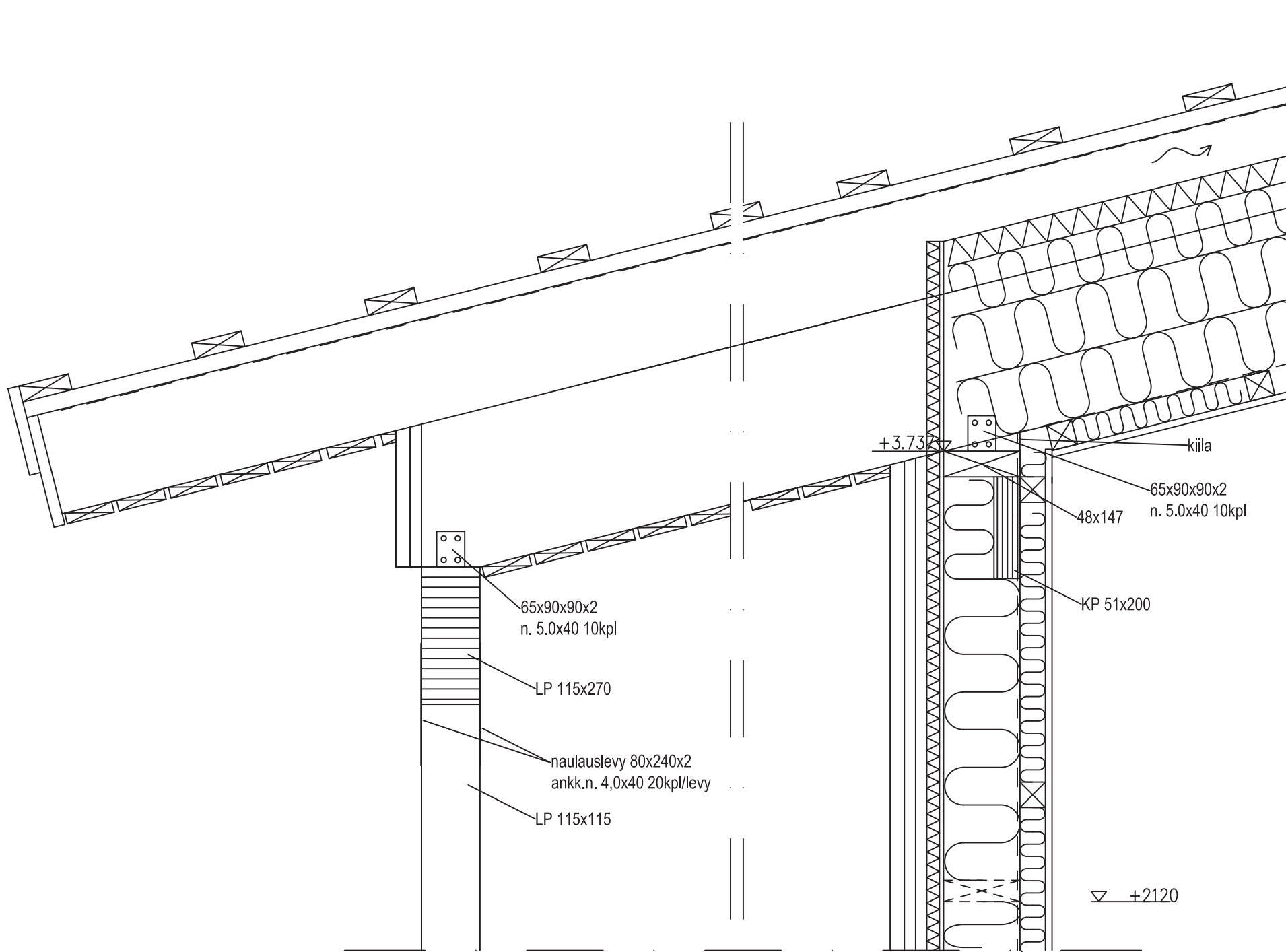
KP 51x200

-pystysaumakate valmistajan ohjeen mukaan,
 (ruoteet esim 32x100, puurima esim 32x50)
 -aluskate
 -tuuletettu ilmatila 100mm
 -kattokannake KP51x300 + korotus 48x198
 -kattokannakkeiden välissä: tuulensuoja 50mm
 + 350mm min.villa
 -höyrynsulku
 -koolaus + 50mm min.villa

-ulkoverhous UYV-paneeli 28mm
 -ristiinkoolaus 22x100+22x100
 -tuulensuojavilla 25mm
 -tuulensuojalevy 9mm
 +huopanaula 3,0x32 k100
 -pystyrunko 48x **148** k600 + min.villa 150mm
 -höyrynsulkumuovi, PEL 0,2mm, saumat
 teipataan tiiviiksi, limitys väh 200mm,
 kattomuovi taitetaan seinämuovin alle
 -48x48 k600 n3,1x90 2kpl/runkotolppa
 +min.villa 50mm
 -kipsilevy 13mm

▽ +2120



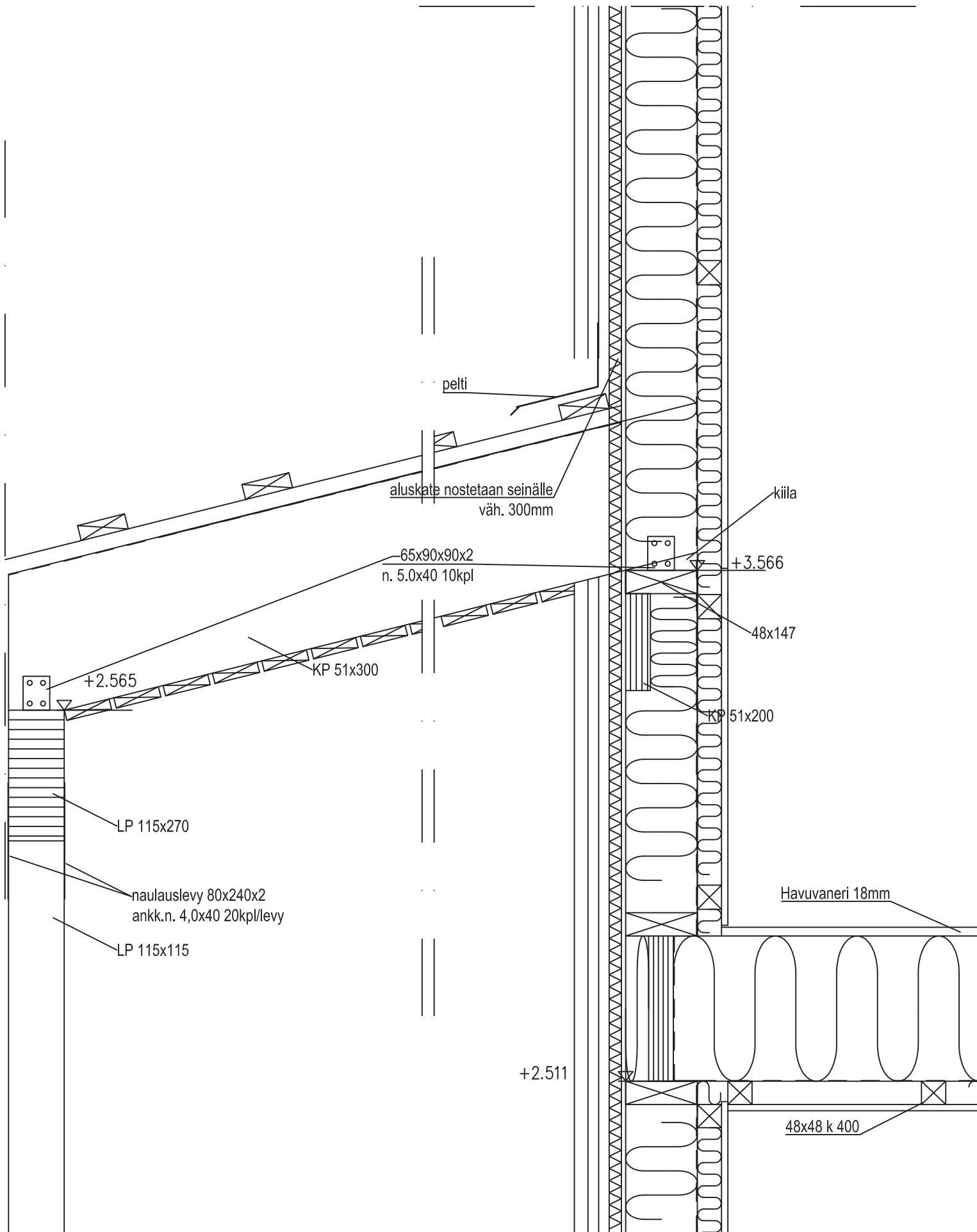


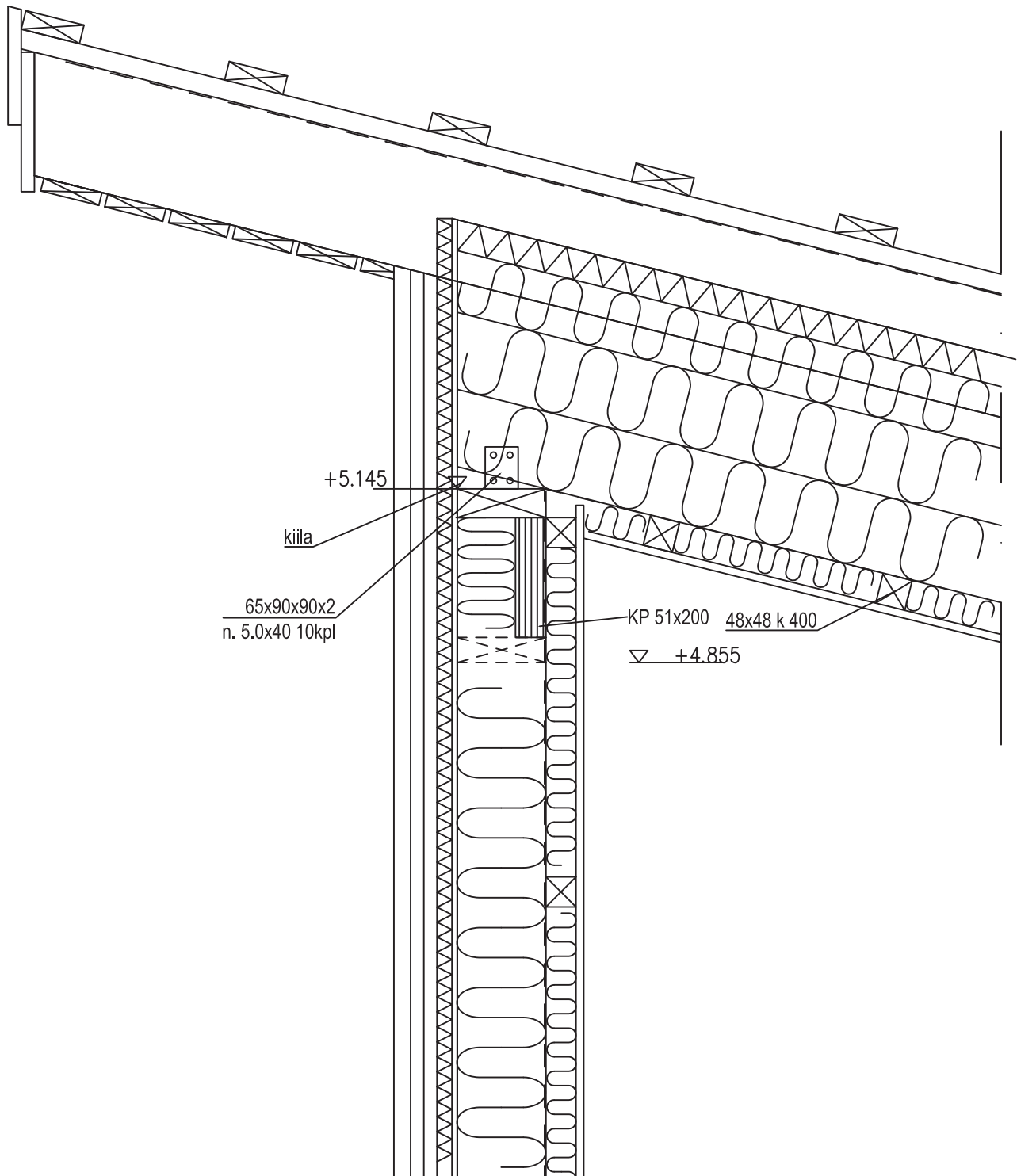
RAK

1:10

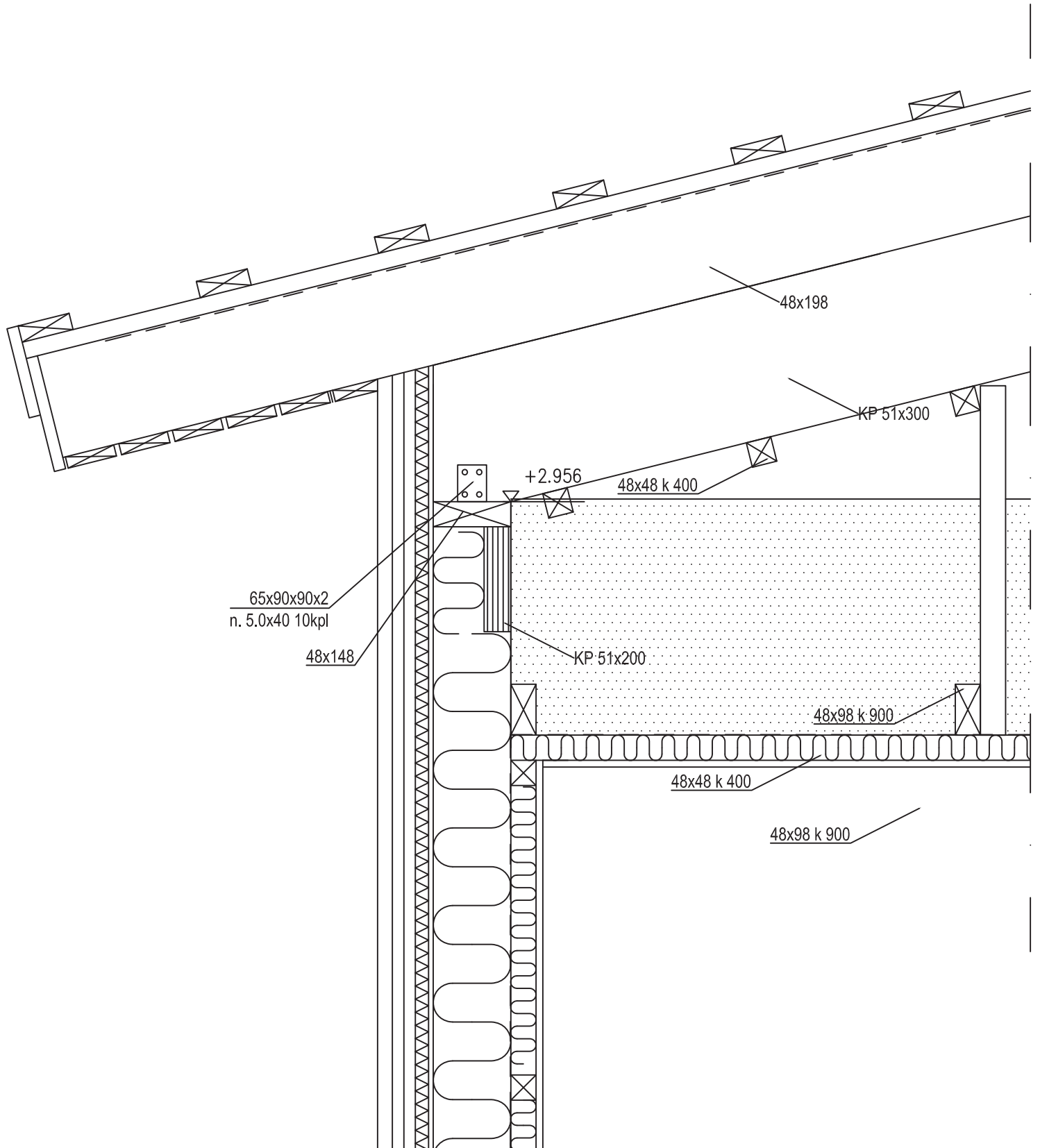
L3

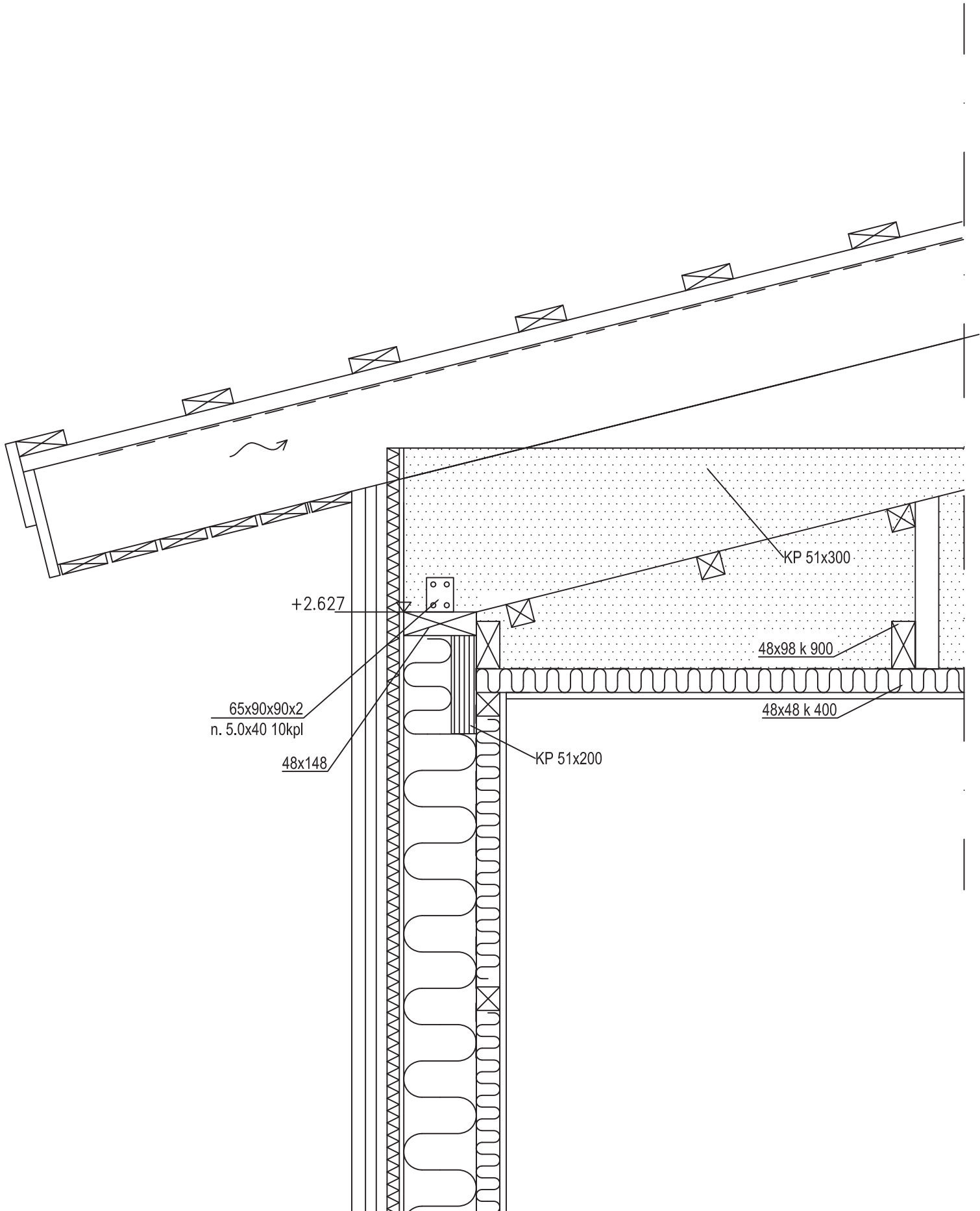
ks. L4B

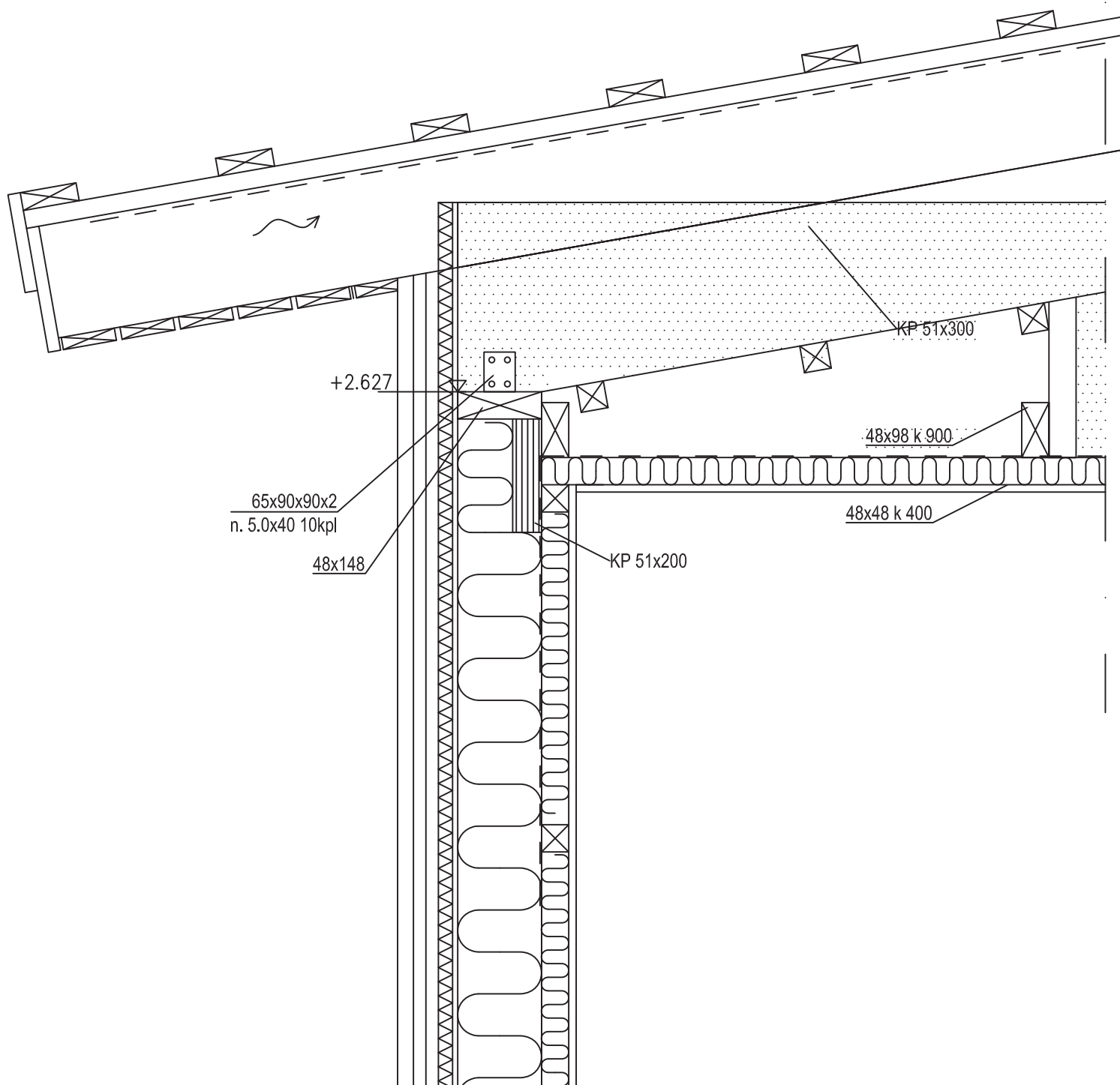


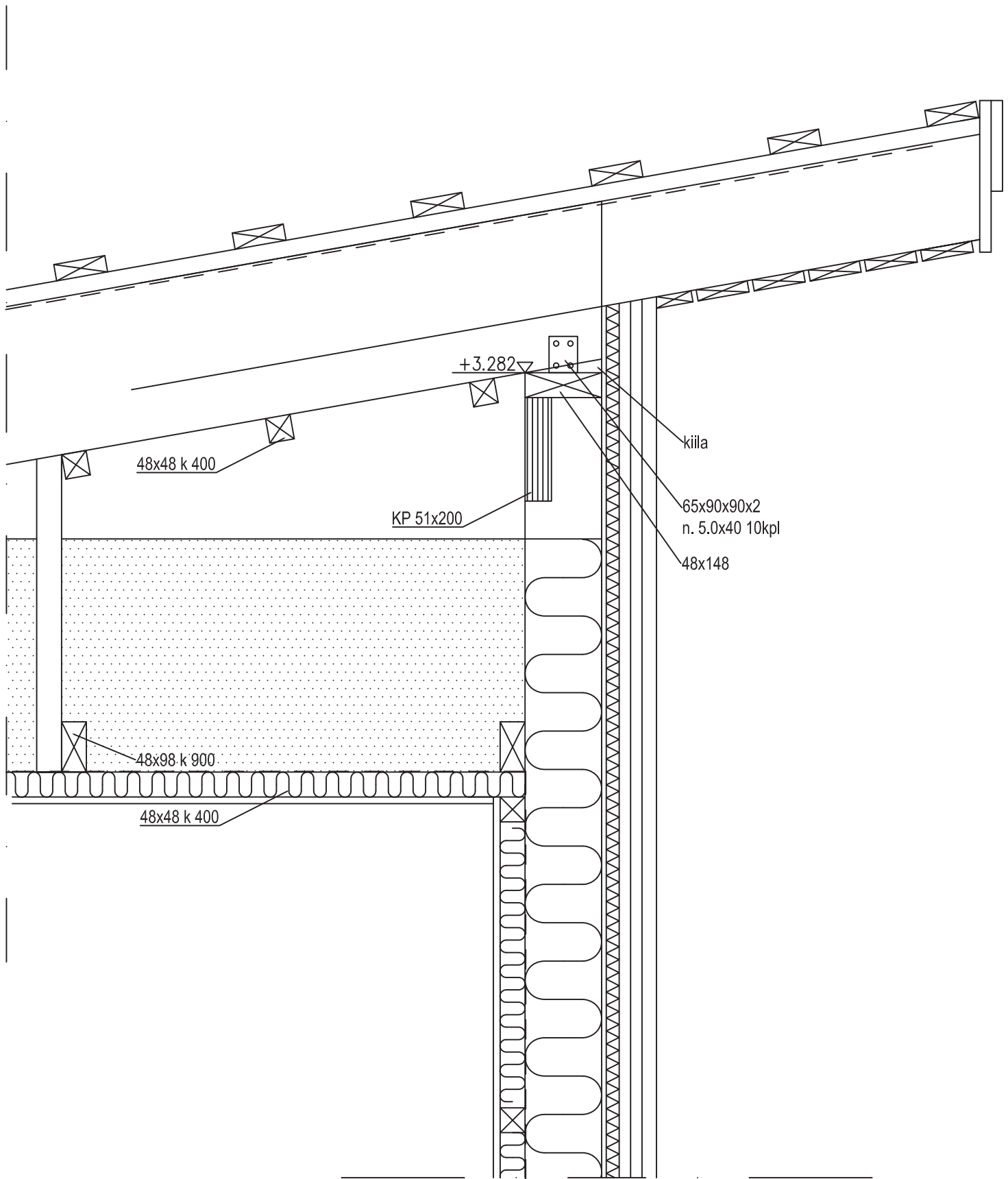


ks. L4A

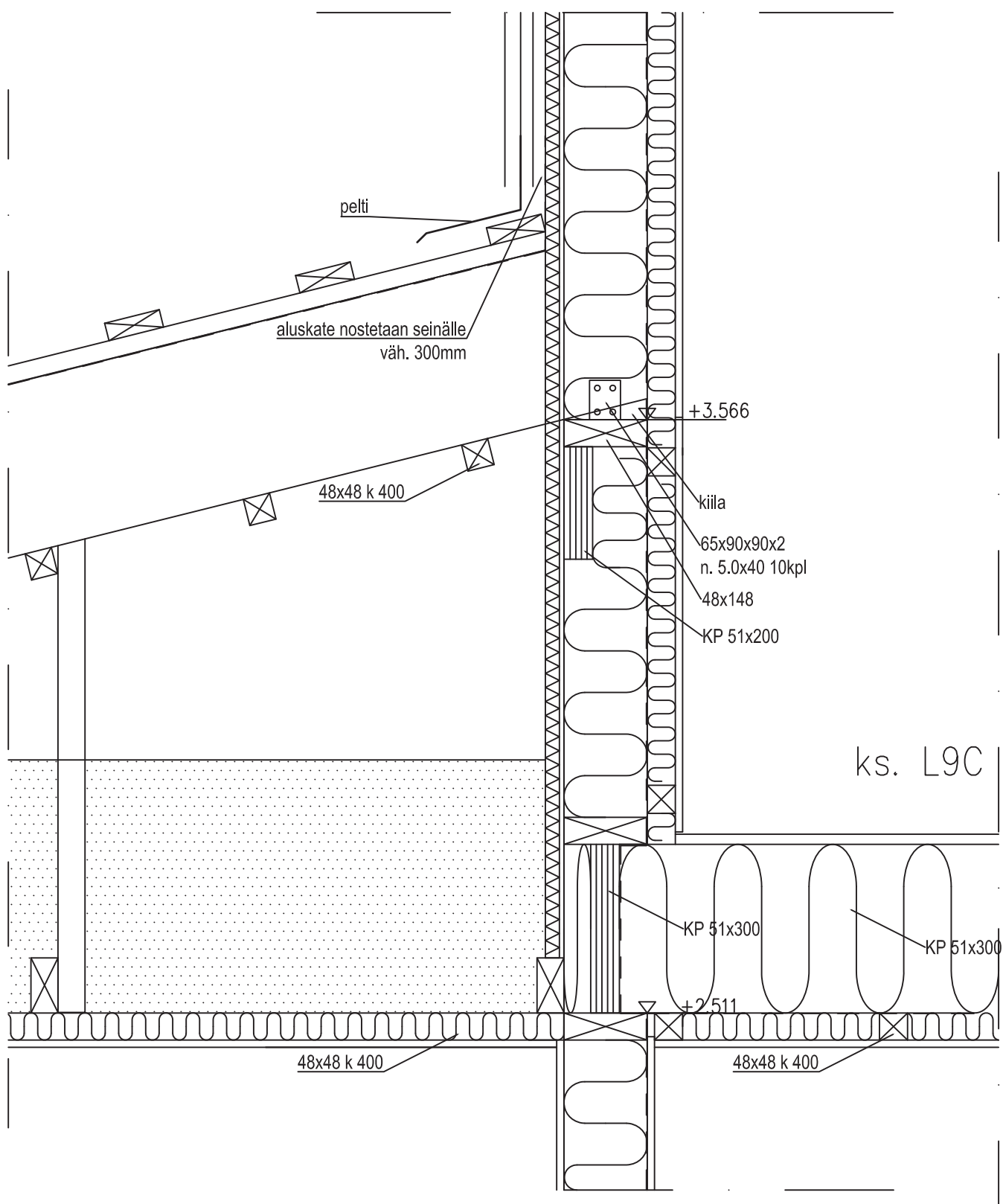


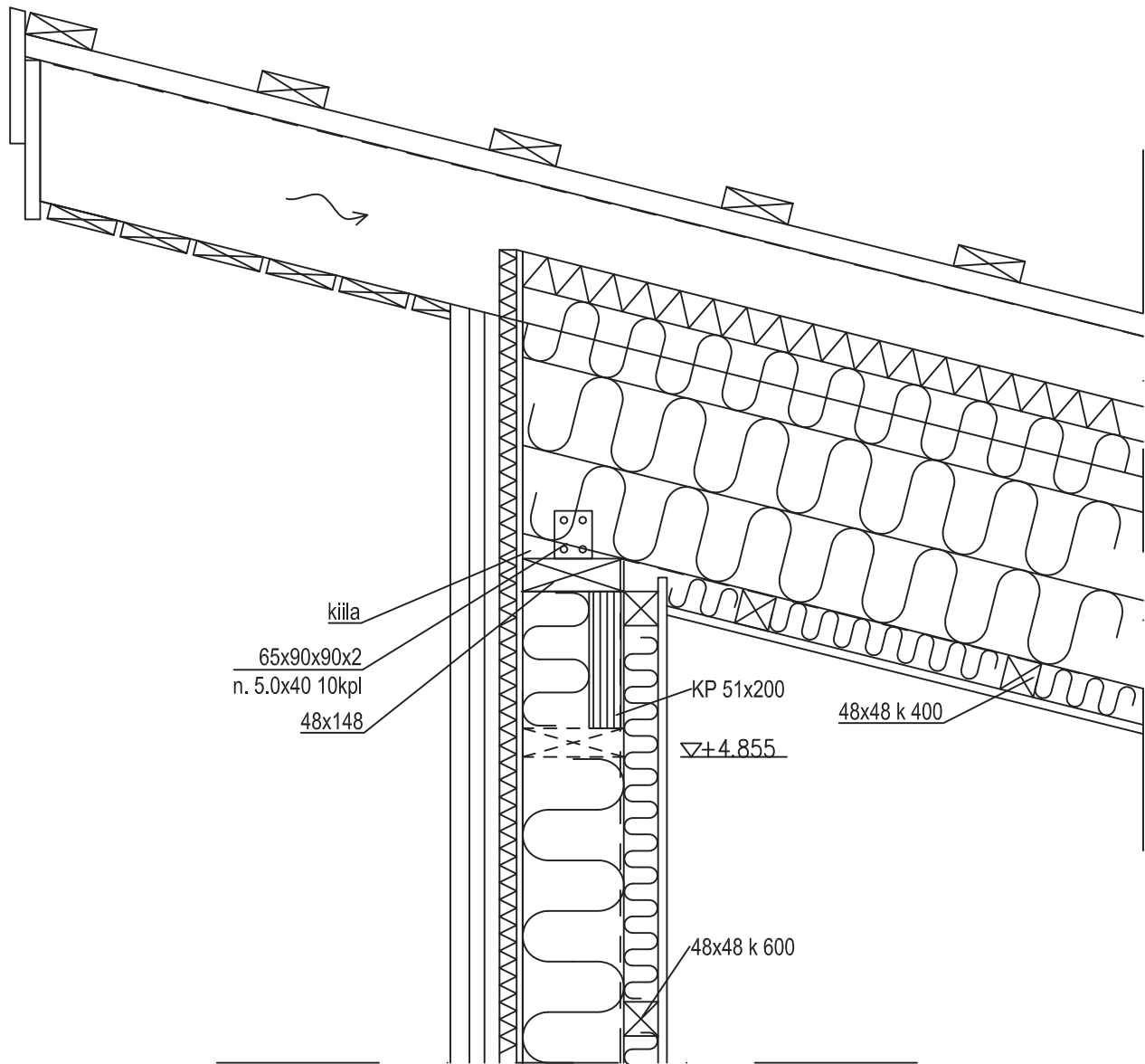




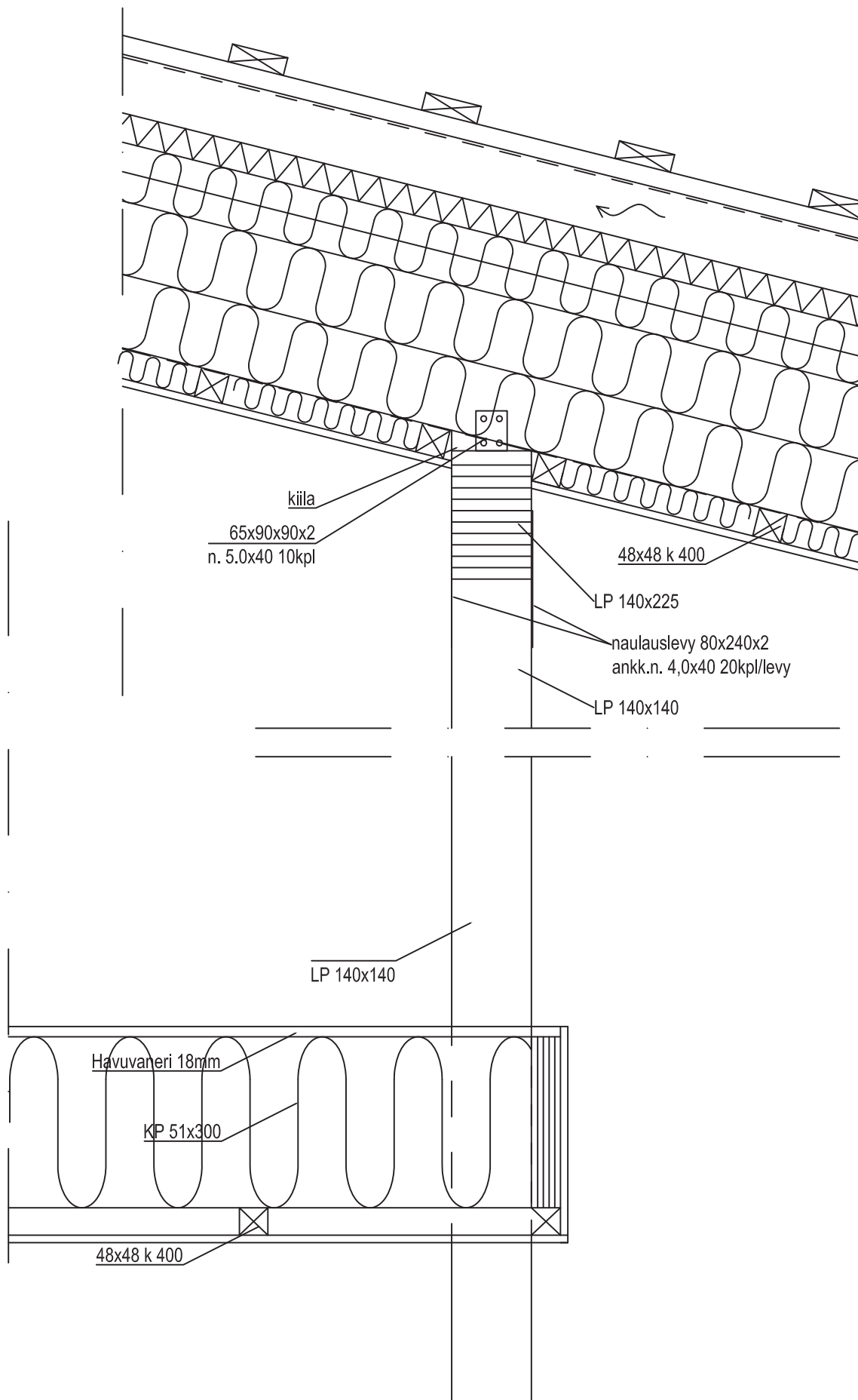


ks. L9B





ks. L9A

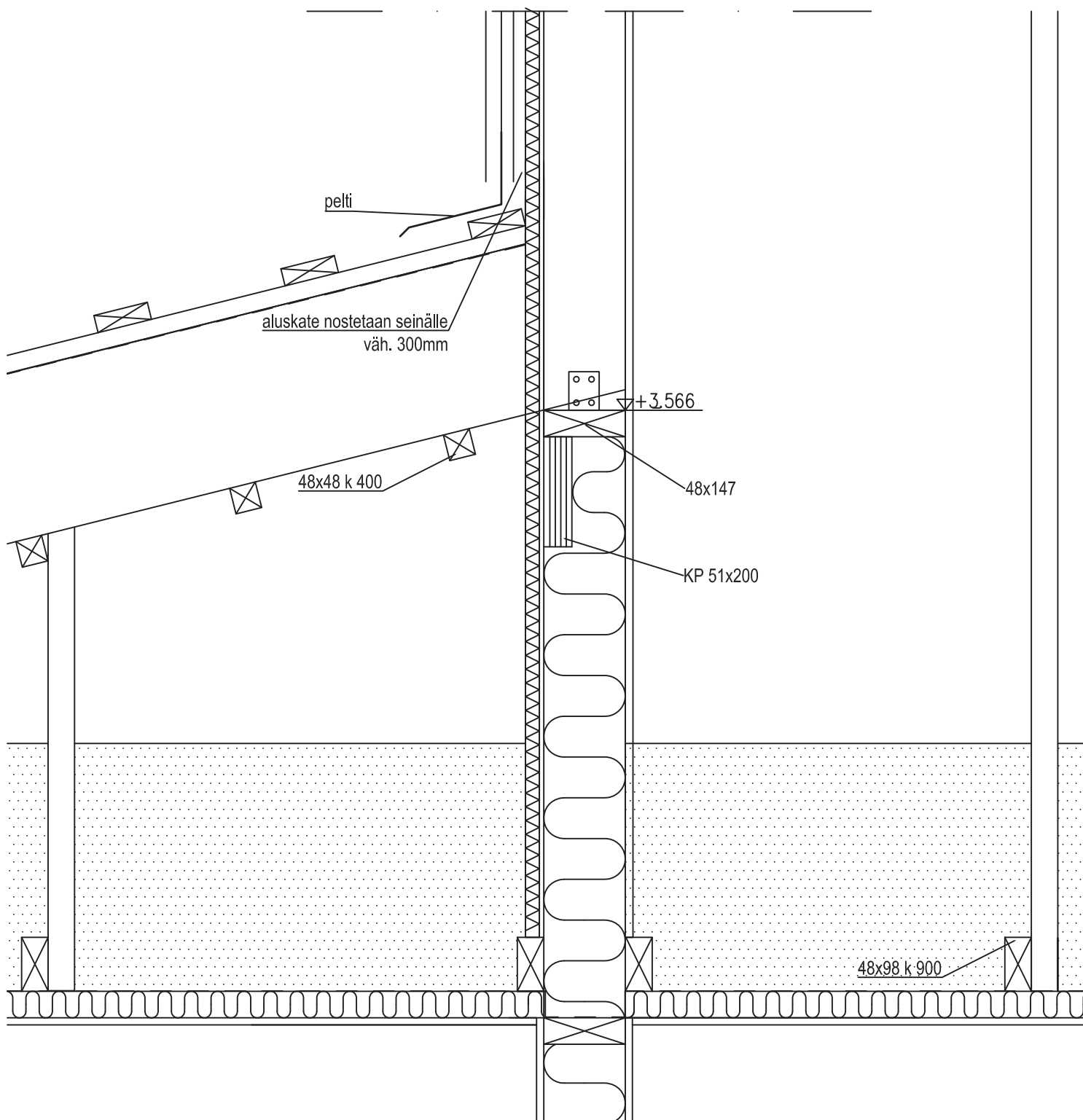


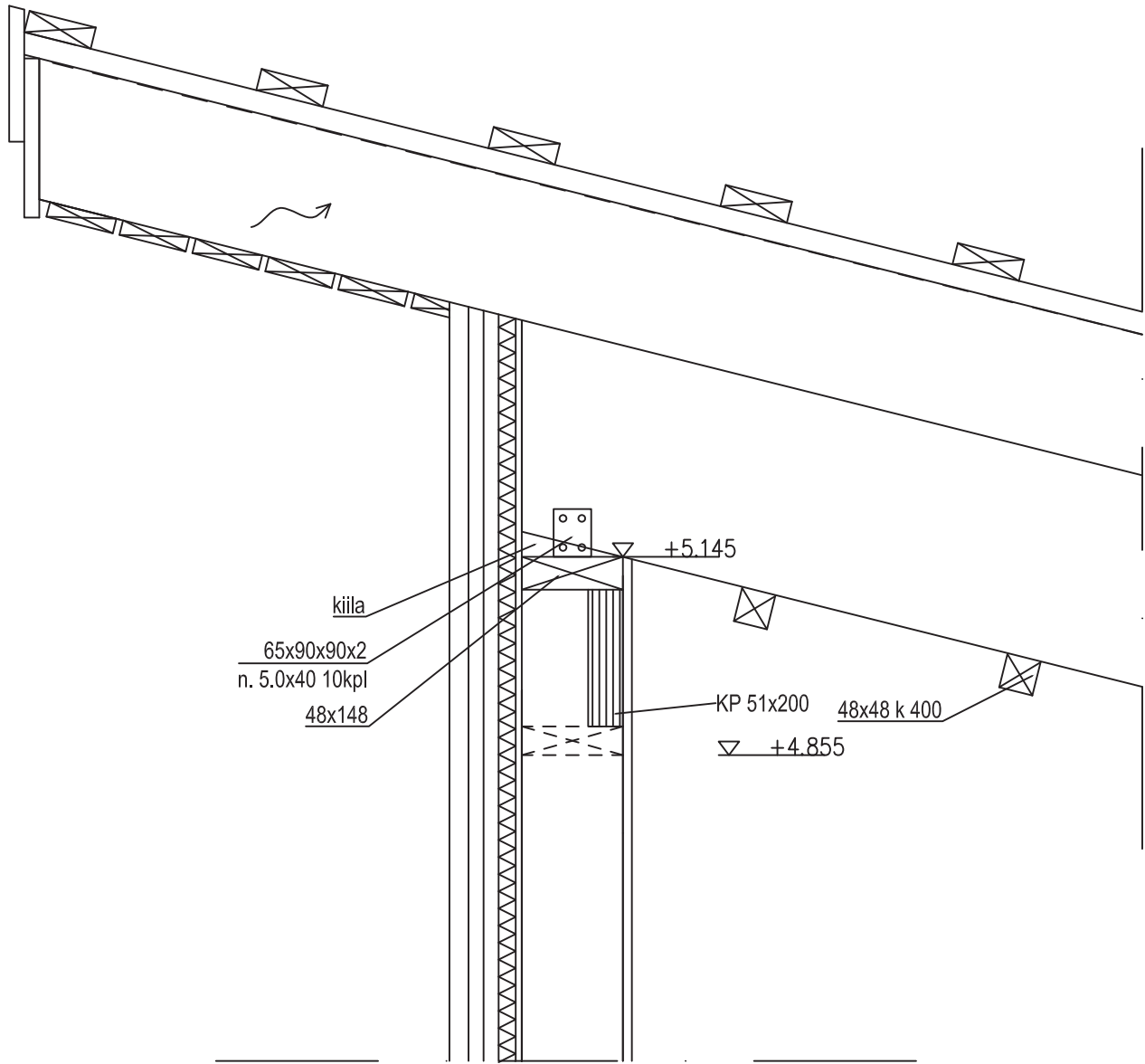
RAK

1:10

L10A

ks. L10B



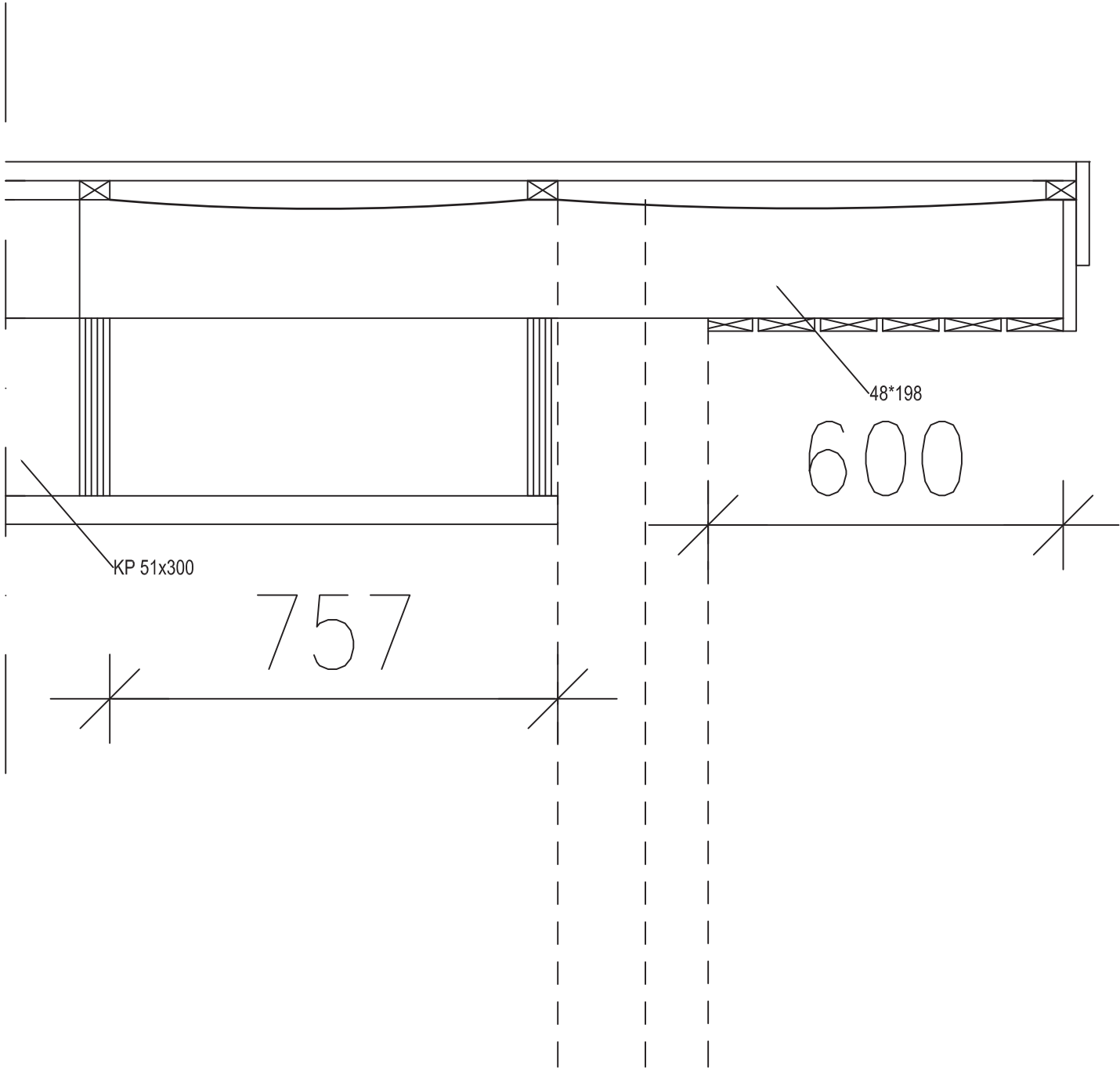


ks. L10A

RAK

1:10

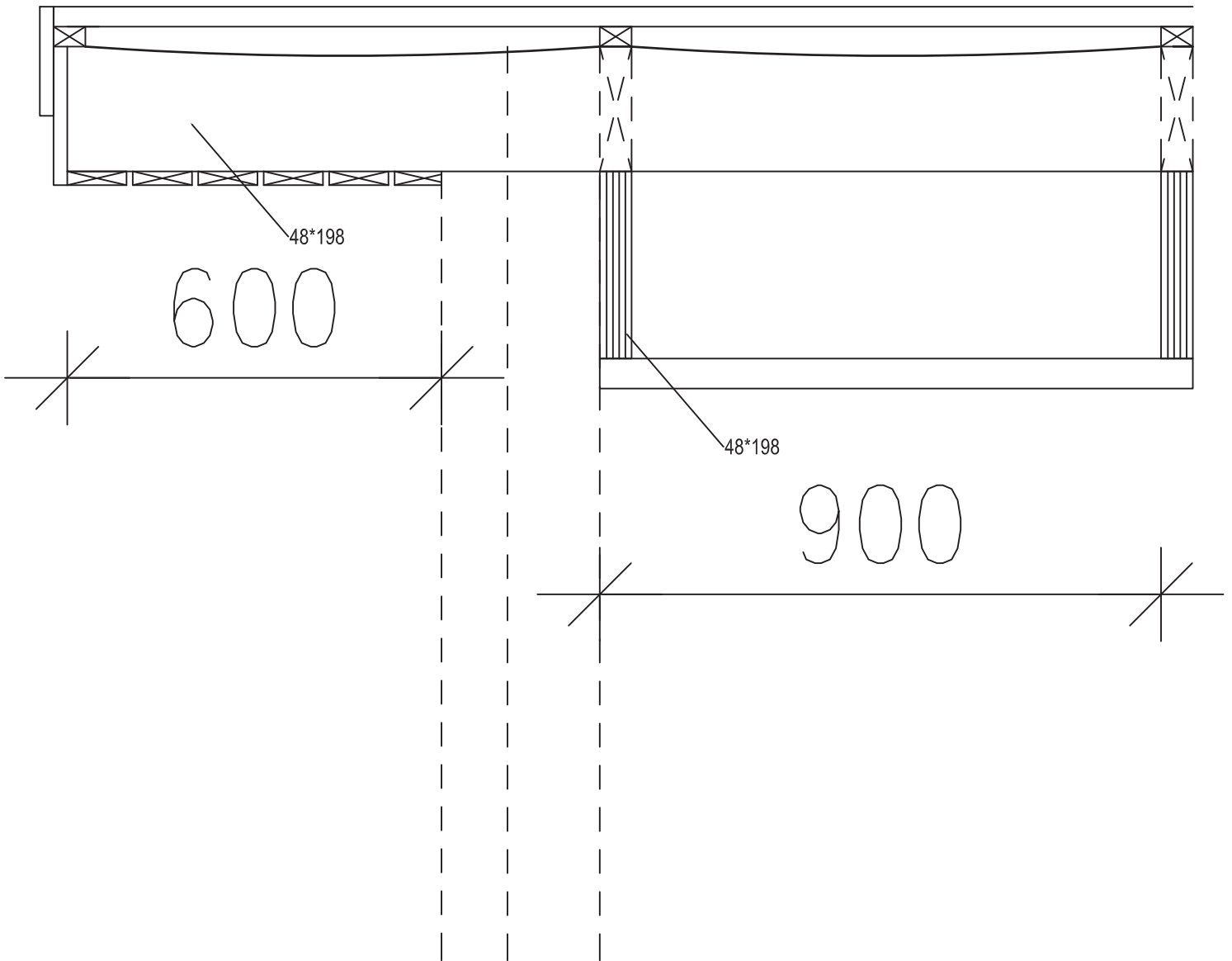
L11



RAK

1:10

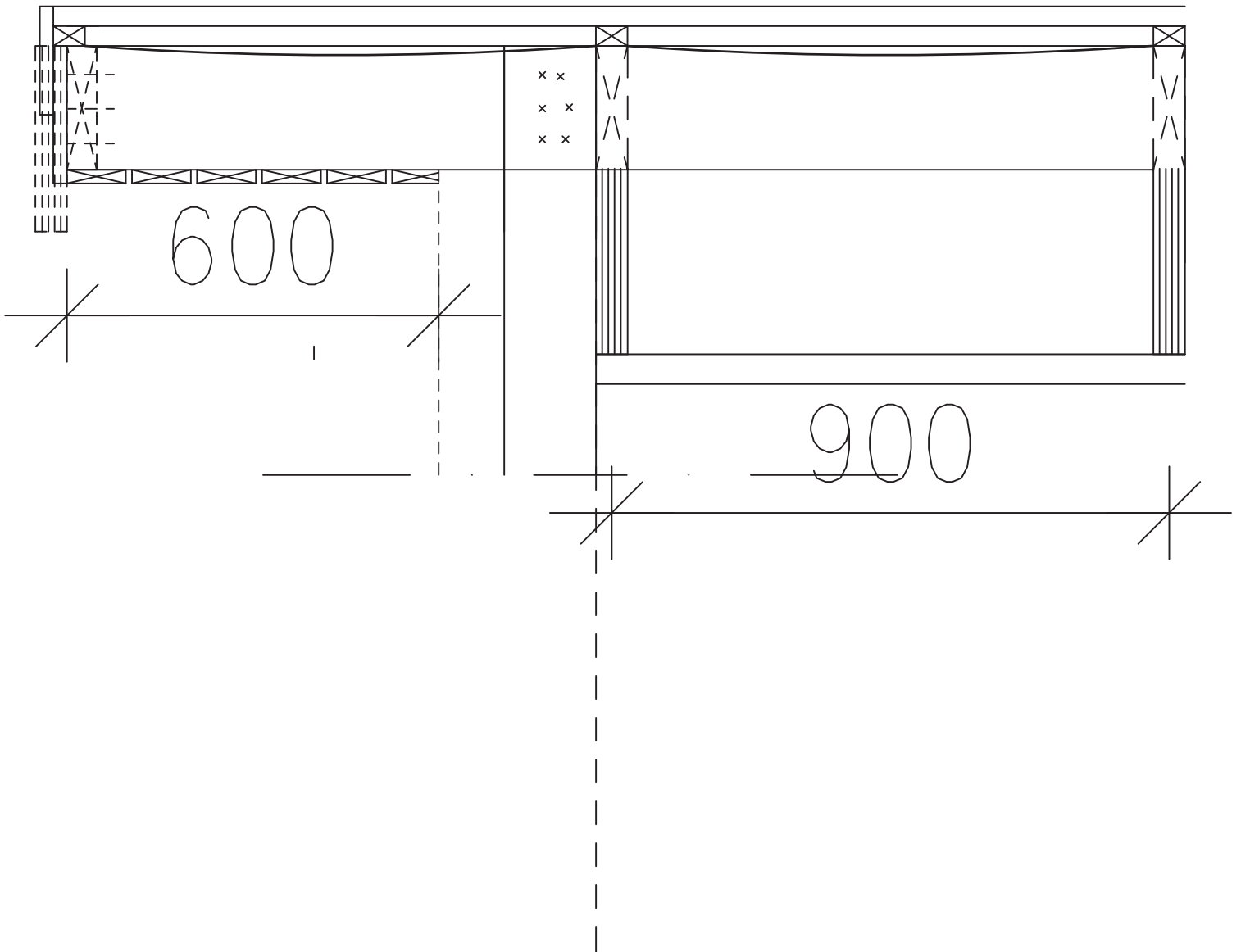
L12



RAK

1:10

L13



RAK

1:10

L14

32x48

32x100

48*198

48*198

Palkkien välissä

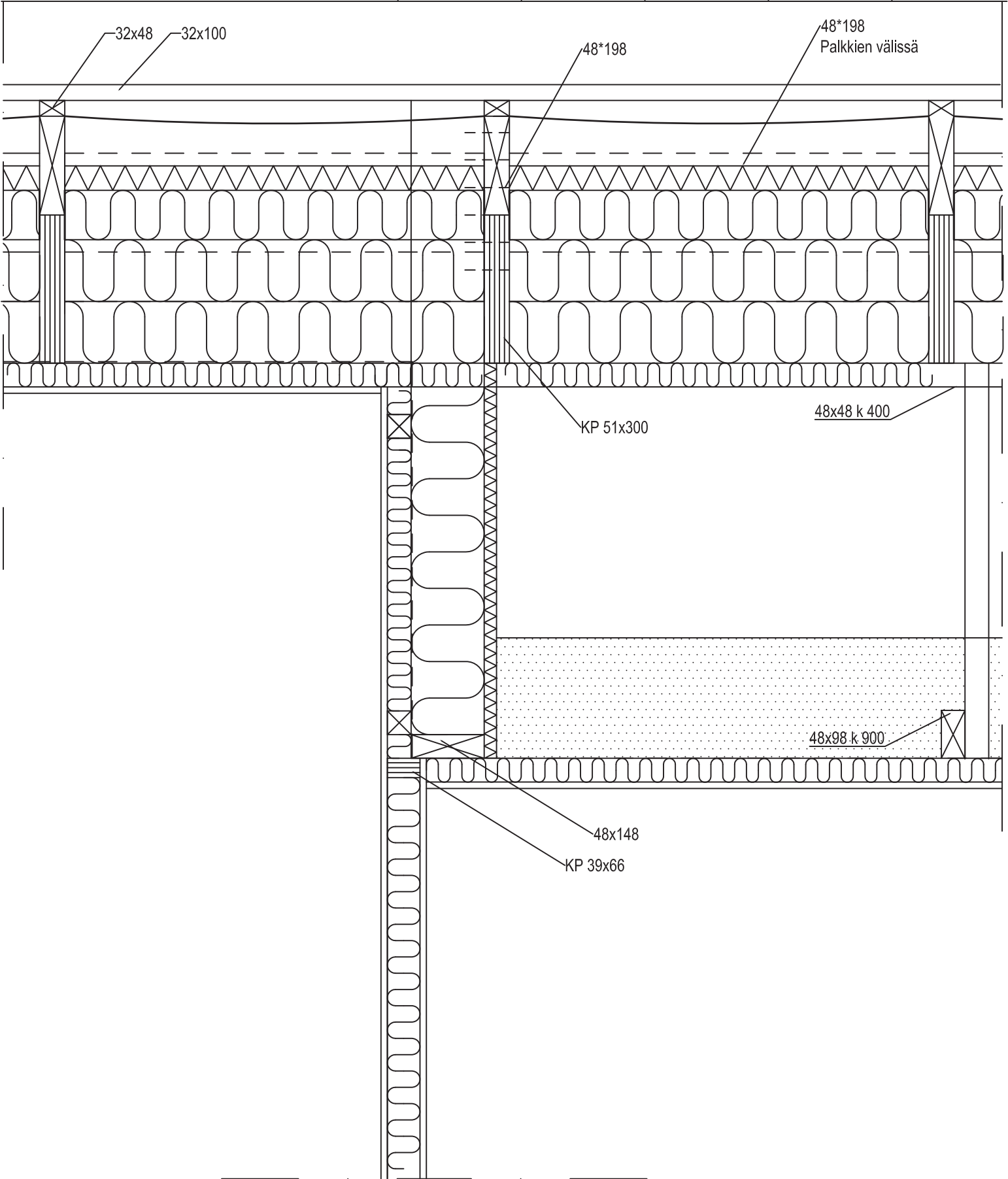
KP 51x300

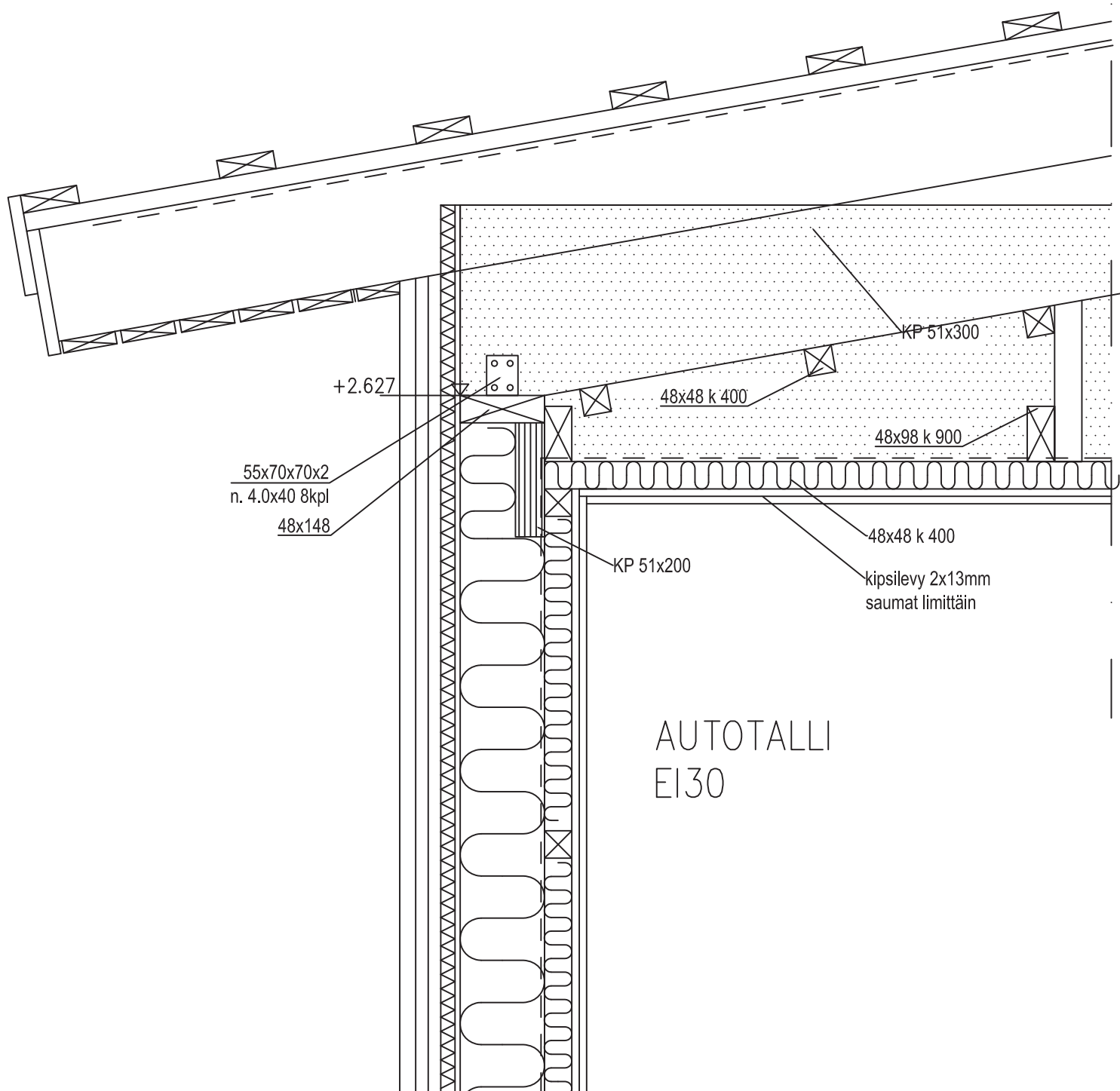
48x48 k 400

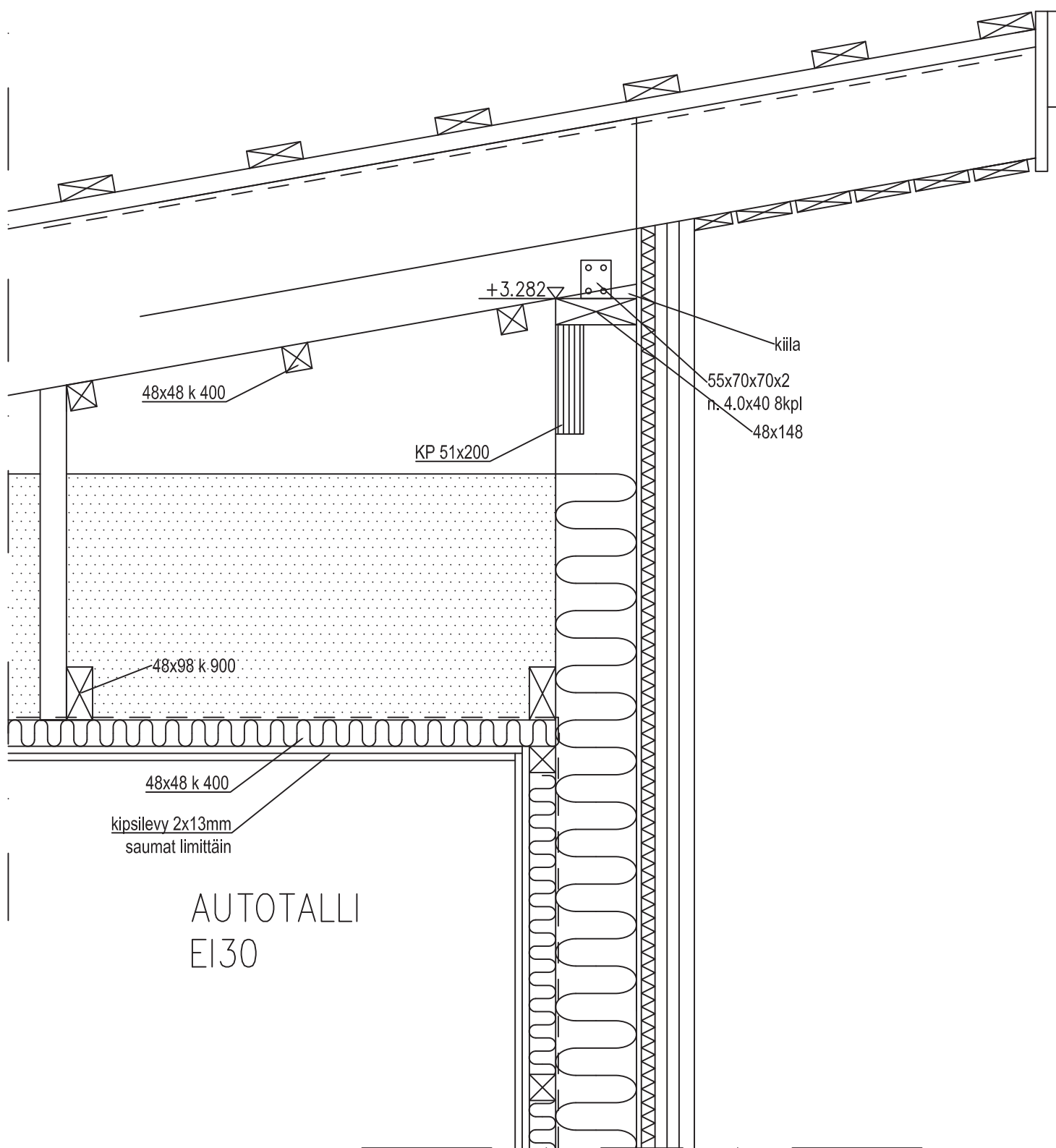
48x98 k 900

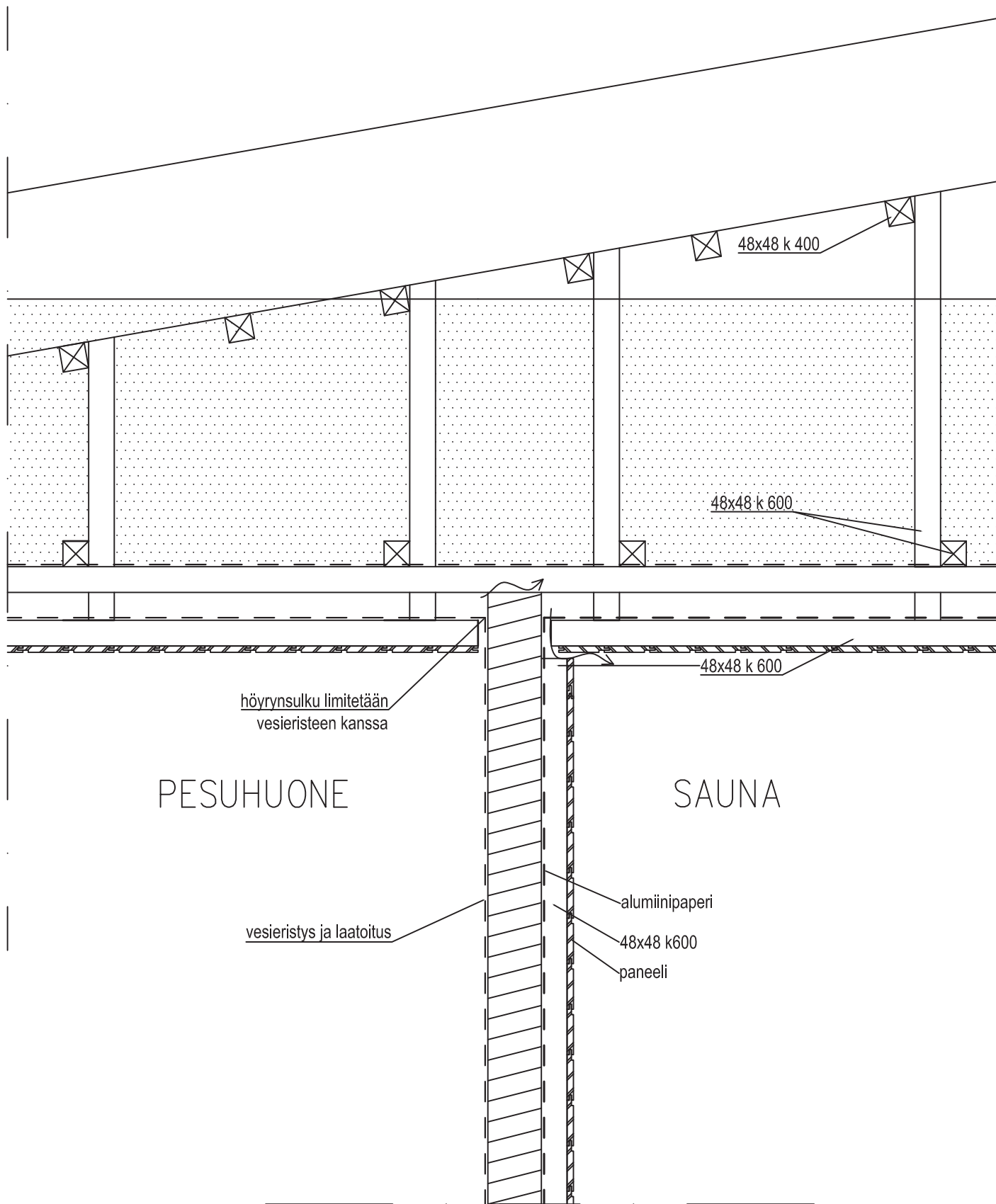
48x148

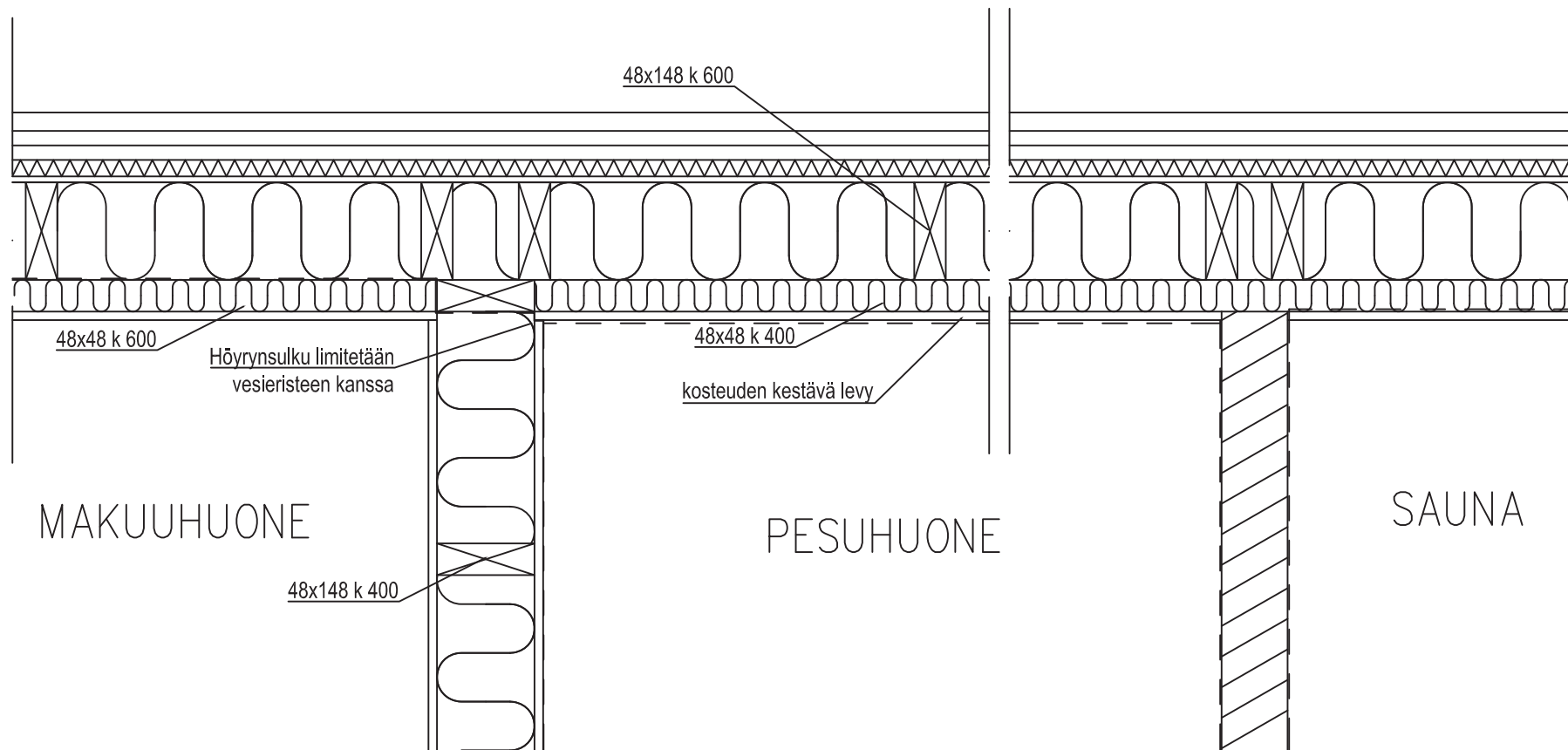
KP 39x66











PERUSTAMISTAPALAUSUNTO

Tuorsniemi 28 / 52 / 1

Rohkatie

OKT HAUTAOJA KAI

Tontille on tarkoitus rakentaa 2-kerroksinen puurakenteinen omakotitalo.

Kevytrakenteinen autotalli-varasto rakennetaan erillisenä maanvaraisin perustuksin keventämällä täyttöjä.

Tontilla on suoritettu painokairaus yhdessä pisteessä (kaupunki). Sen mukaan maan pinnassa on metri-
nen kovempi pintakerros, sen alapuolella n. 7 m paksu pehmeä savinen kerrostuma, josta ylin 2 m on
erittäin pehmeää. Tämän jälkeen maa vähän tiivistyy ja n. 12 m:n syvyydestä alkaa toista metriä paksu
kova hiekkainen kerrostuma, tämän jälkeen maaperä jatkuu kitkamaana. Kairaus on lopetettu n. 18.5 m:n
syvyyteen maanpinnasta. Kairauspisteen korkeusasema on ollut + 5.00. Viereisten tonttien käyrät ovat
saman tyyppiset.

Asuinrakennus on paalutettava, koska ajan oloon kovan pintakerroksen alla olevat n. 10 m paksut pehmeät
kerrokset ovat erittäin heikosti kantavia.

Paaluina voidaan käyttää tavanomaisia betonipaaluja 250x250 mm², joiden sallittu kuorma $P = 150 \text{ kN}$
(geotekninen kantavuus) loppulyöntivaatimuksen ollessa enintään 120 mm / 10 lyöntiä yhteensä. Paalut
toimivat kitkapaaluina. Paalutusluokka on 3. Paalujen kärjen tavoitetaso on esitetty kairauspiirroksessa.

Paalut jätetään tämän kerroksen varaan, eikä lyödä läpi.

Paalutustyössä noudatetaan Lyöntipaalutusohjeita (LPO).

Maatyöt asuinrakennuksen osalla voidaan tehdä seuraavasti, jos käytetään alapohjana rossipohjaa.

Maan pinnasta poistetaan väh. kaikki pehmeä aines, multa, juuret, yms. tarvittavaan syvyyteen asti. Reu-
noille viettävälle tasatulle pinnalle laitetaan suodatinkangas, sen päälle salaojasoraa tai - sepeliä väh. 200
mm ja mahd. lämmöneristelevy, tai käytetään Leca-soraa, kosteuden nousun estämiseksi alapohjan raken-
teisiin. Tämän jälkeen tulee hyvin tuuletetun rossitilan päälle suunnitelmien mukaiset alapohjan rakenteet.
Mikäli alapohja rakennetaan täyteen varaan, suodatinkankaan päälle voidaan laittaa ensin soraa kapil-
laarkatkon nostamiseksi, sen jälkeen kapillaarikatko 300 mm kapillaarikatkosepelistä # 5/16. Tämän jäl-
keen tarvittaessa soraa ja lopputasaus hienolla soralla. Hiekkatäyttöä ei suoraan voi laittaa kap.katkon
päälle, ellei väliin laita suodatinkangasta.

Alapohjan alla ovat eristeet, putket, johdot, yms. on kannateltava laatasta ruostumattomin tukevin sitein
riittävän taajaan. Maa painuu rakennuksen ulkopuolellakin, joka on otettava huomioon myös läpimenoissa
ja ulkopuolen putkikaadoissa, jotta ne ovat jatkossakin riittävät!

Autotallin osalla tasatulle pohjalle suodatinkankaan päälle ensin kapillaarikatko, sitten tarvittavat sora-
täytöt ja kevennys väh. 200 mm EPS tai vastaavaa. Valettava betonilaatta sen verran jäykkä, että se
jakaa kuormia laajemmalle alueelle. Betonian turan (lev. väh. 700 mm) päälle voidaan sokkelina käyttää
kevytharkkoja raudoitettuna. Kun kovakerrosta ei pahemmin rikota, niin painumat ovat melko tasaisia.
Maapohjalle voidaan käyttää geoteknistä kantavuutta $p_{geo} = 25 \text{ kN/m}^2$.

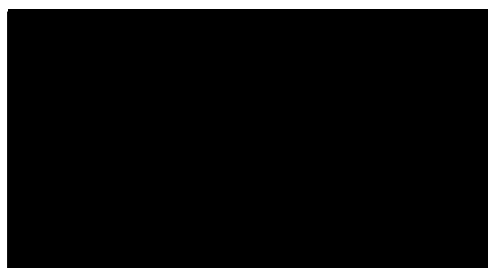
Täytöt tiivistetään koneellisesti hyvin alle 300 mm kerroksina ja kukin ainesosa erikseen.

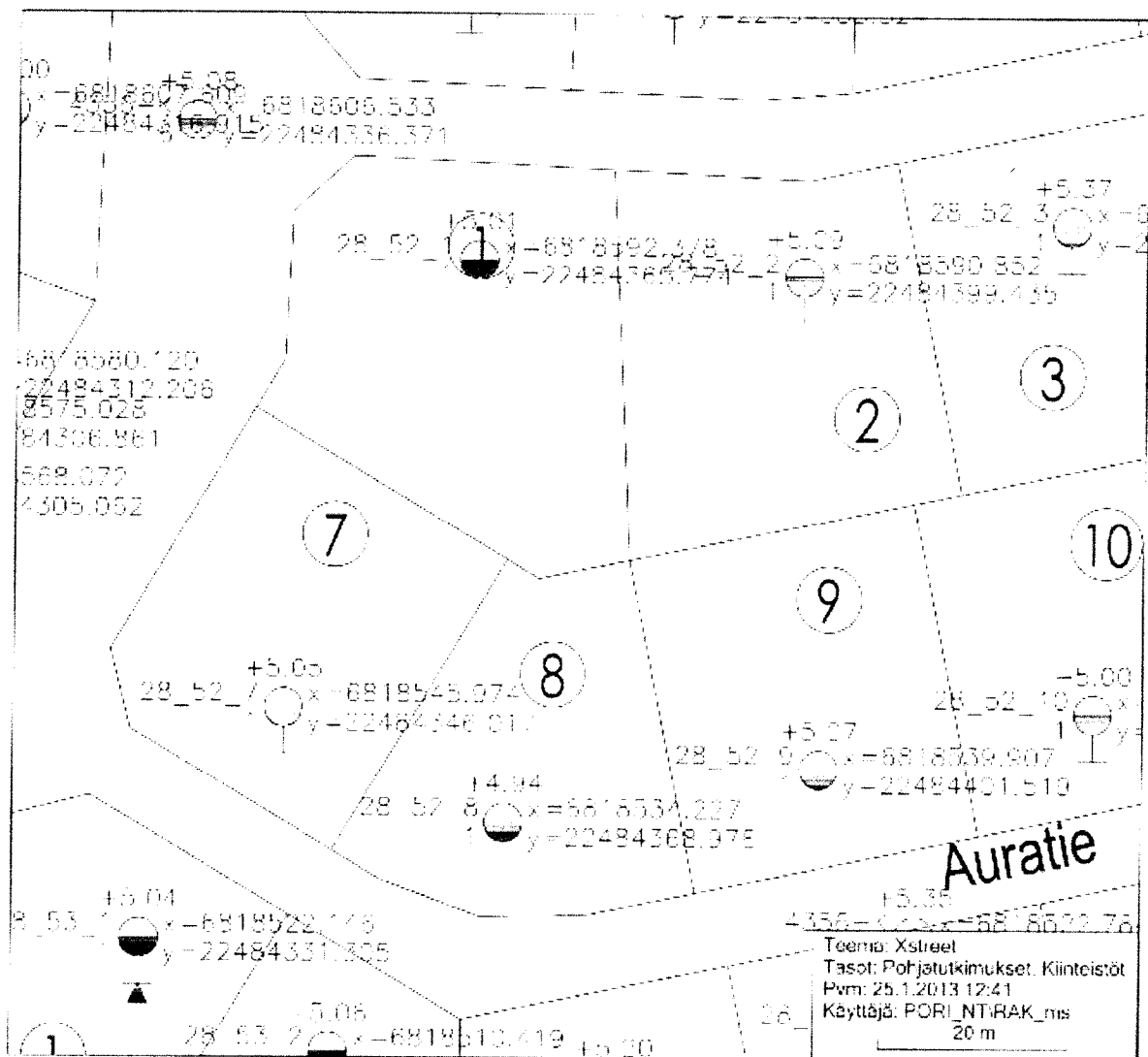
Molemmat rakennukset routaeristetään ottamalla huomioon myös mahdollinen talviaikainen rakenta-
minen. Mitoittava pakkasmäärä $F = 42000 \text{ Kh}$.

Rakennukset salaojitetaan. Salaojien alle ja sivuille salaojasoraa väh. 100 mm ja päälle 200 mm. Salaojien korkeustaso on pääosin kapillaarikatkon alapuolella ja ovat ne yhteydessä keskenään. Pintavedet johdetaan rakennuksesta poispäin väh. kaltevuudella 1 : 20 kolmen metrin matkalla (150 mm).

Liitteet: Kairausdiagrammi
Asemapiirros

Porissa 28. 2. 2013





28 52 1

+5.01

X=6818592.578
Y=22484365.774

KN 1 0 0 20 40 60 80 100 PK/0.2m

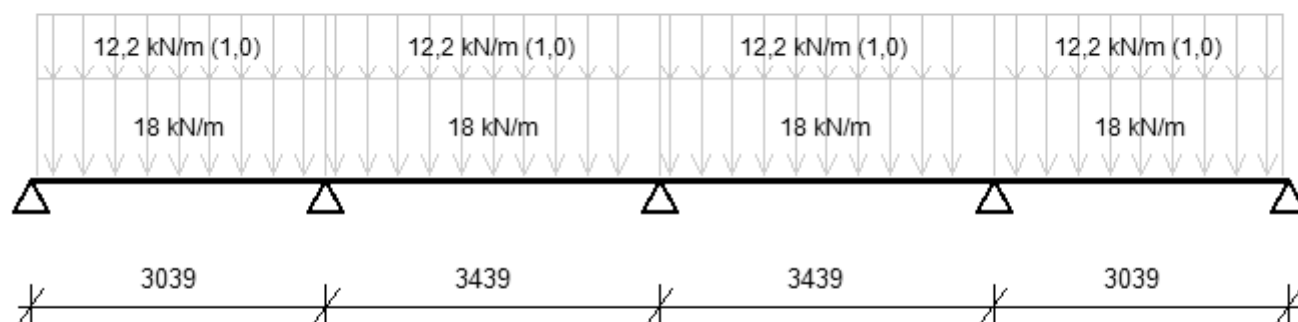
1:100

Teema: Xstreet
Tasot: Pohjatutkimukset, Kinteristot
Mitakaava: 1:100
Pvm: 25.1.2013 12:38
Käyttäjä: PORI_NTIRAK_mns
2 m



PROJEKTI: Reunpalkki

SUUNNITTELIJA:



VARMUUSKERTOIMET

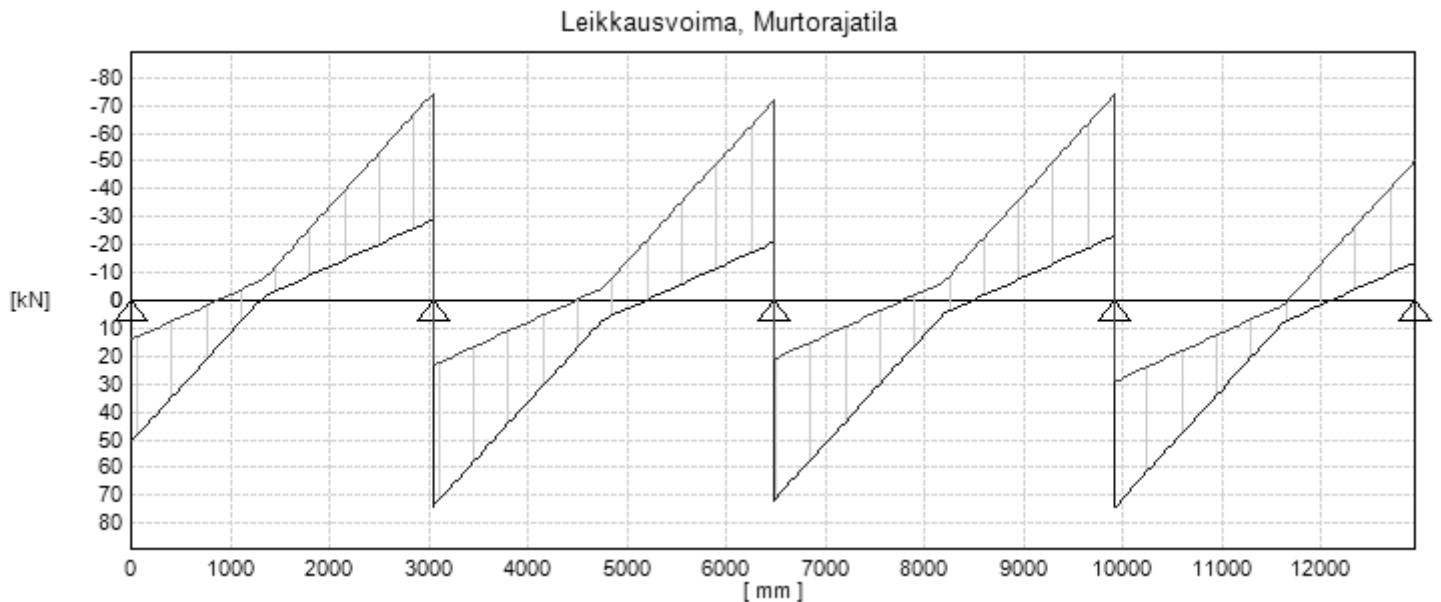
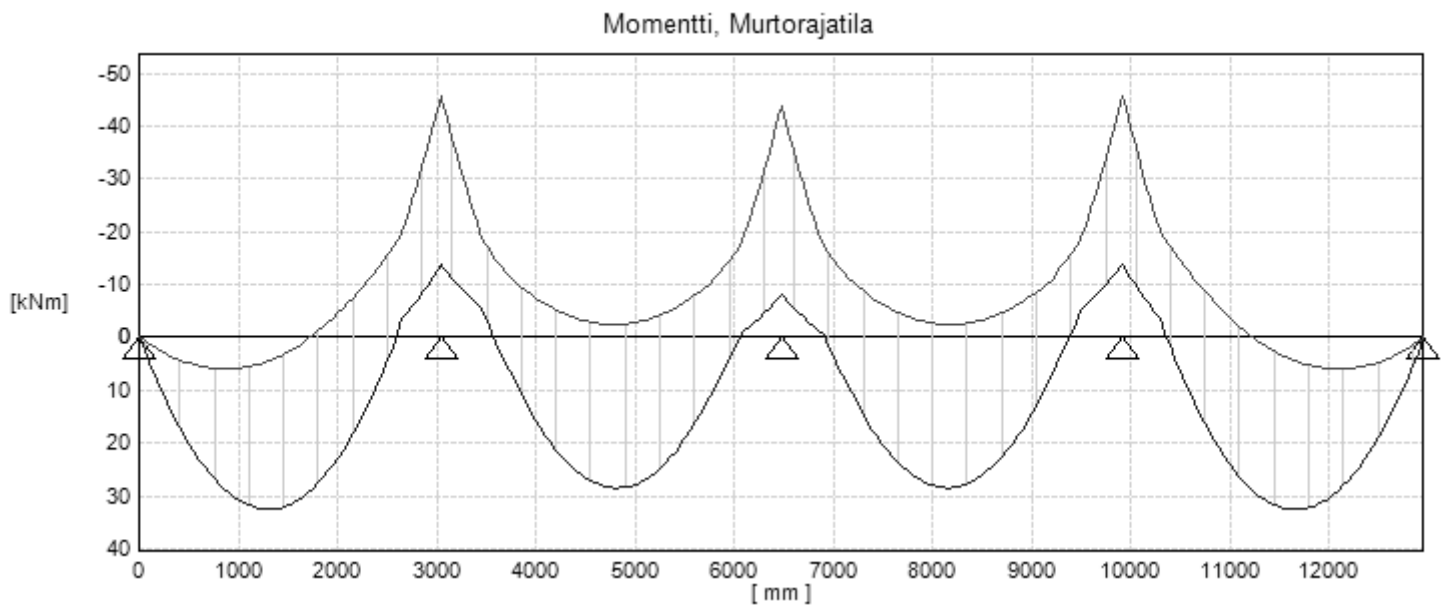
Kfi 1,0	Murtorajatila(1)	Murtorajatila(2)	Käyttörajatila
Pysyvä kuorma epäedullinen	1,35	1,15	1,00
Pysyvä kuorma edullinen	0,90	0,90	0,90
Hyötykuorma epäedullinen	0,00	1,50	1,00
Hyötykuorma edullinen	0,00	0,00	0,00

KUORMAT

Tasainen kuorma (kentittäin)

Pistekuormat

1. $g = 18 \text{ kN/m}$
 $q = 12,2 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 1,0$
2. $g = 18 \text{ kN/m}$
 $q = 12,2 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 1,0$
3. $g = 18 \text{ kN/m}$
 $q = 12,2 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 1,0$
4. $g = 18 \text{ kN/m}$
 $q = 12,2 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 1,0$

**Tukivoimat**

Max A: 50,39 kN B: 148,19 kN C: 143,43 kN D: 148,19 kN E: 50,39 kN

Min A: 13,92 kN B: 52,36 kN C: 42 kN D: 52,36 kN E: 13,92 kN

Leikkausvoimat

Max A: 50,39 kN B: -74,33 / 73,87 kN C: -71,72 / 71,72 kN D: -73,87 / 74,33 kN

E: -50,39 / 42,94 kN F: -29,68 kN

Min A: 13,92 kN B: -29,11 / 23,25 kN C: -21 / 21 kN D: -23,25 / 29,11 kN

E: -50,39 / 42,94 kN F: -29,68 kN

Tukimomentit

Max A: 0 kN B: -45,79 kN C: -43,77 kN D: -45,79 kN E: 0 kN

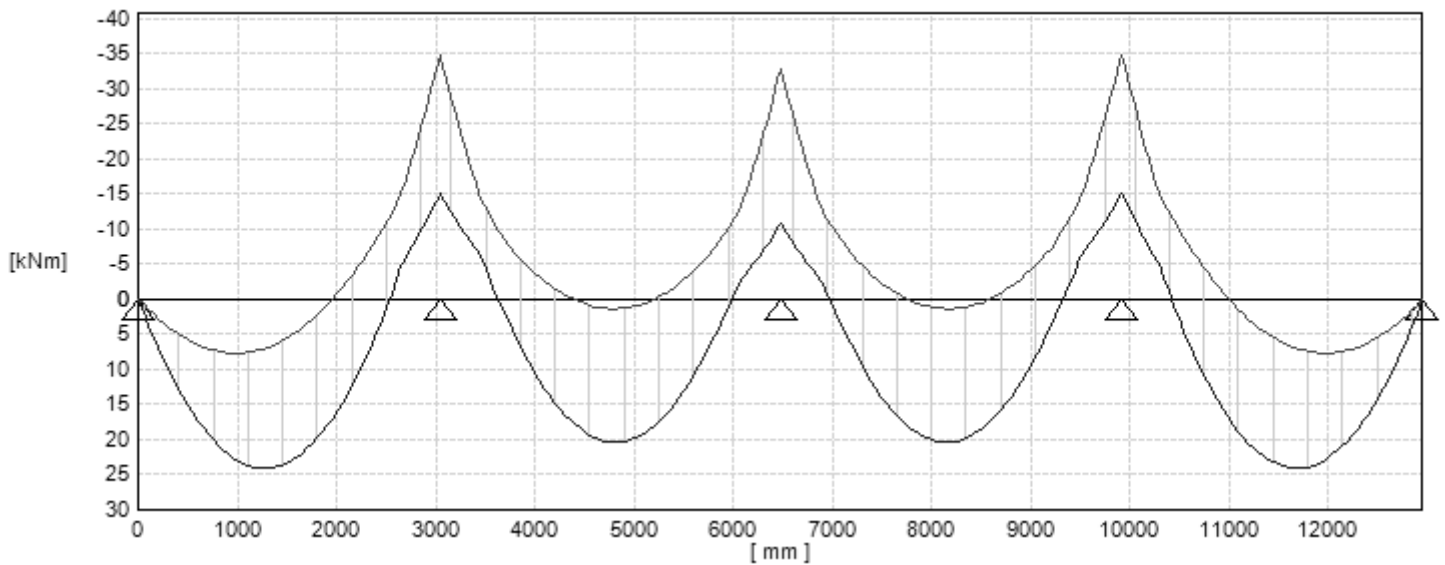
Min A: 0 kN B: -13,66 kN C: -8,11 kN D: -13,66 kN E: 0 kN

Kenttämomentit

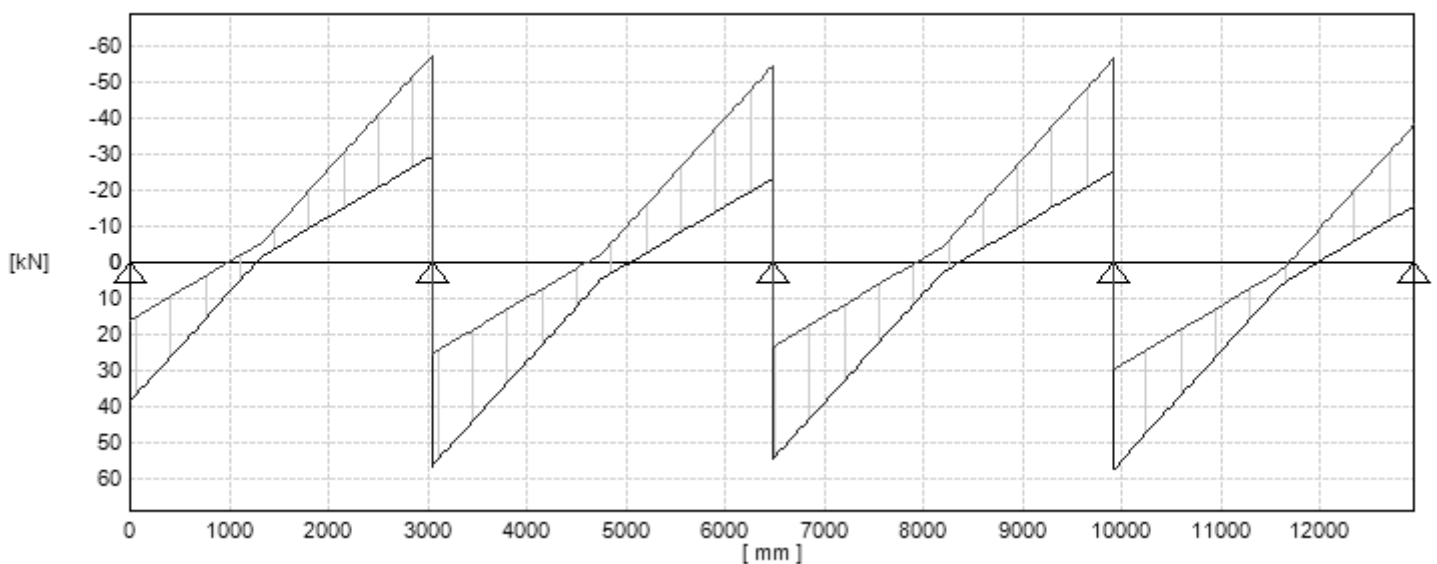
Max 0 : 0 ; 0 mm 1 : 32,56 ; 32,56 mm 2 : 28,48 ; 28,48 mm 3 : 28,48 ; 28,48 mm

4 : 32,55 ; 32,55 mm

Momentti, Käyttörajatila lyhyt aik.



Leikkausvoima, Käyttörajatila lyhyt aik.

**Tukivoimat**

Max A: 38,23 kN B: 113,71 kN C: 109,08 kN D: 113,71 kN E: 38,23 kN

Min A: 15,83 kN B: 54,87 kN C: 46,79 kN D: 54,87 kN E: 15,83 kN

Leikkausvoimat

Max A: 38,23 kN B: -57,36 / 56,36 kN C: -54,54 / 54,54 kN D: -56,36 / 57,36 kN

E: -38,23 / 42,94 kN F: -29,68 kN

Min A: 15,83 kN B: -29,59 / 25,28 kN C: -23,4 / 23,4 kN D: -25,28 / 29,59 kN

E: -38,23 / 42,94 kN F: -29,68 kN

Tukimomentit

Max A: 0 kN B: -34,85 kN C: -32,76 kN D: -34,85 kN E: 0 kN

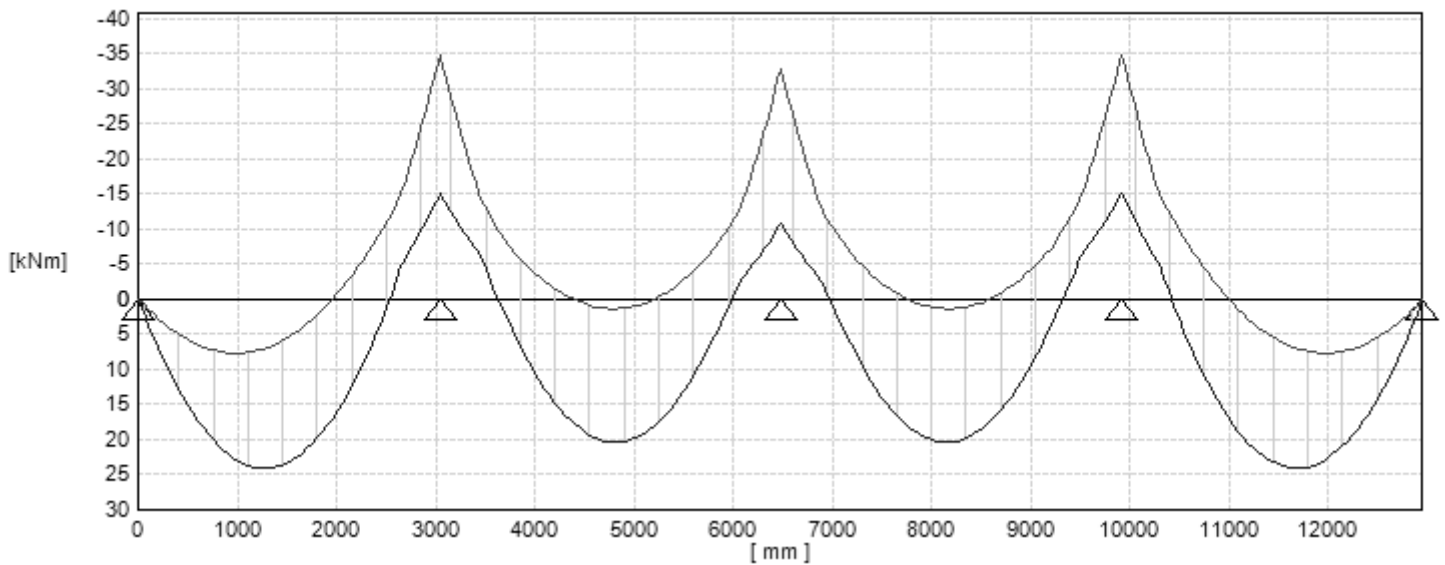
Min A: 0 kN B: -15,12 kN C: -10,85 kN D: -15,12 kN E: 0 kN

Kenttämomentit

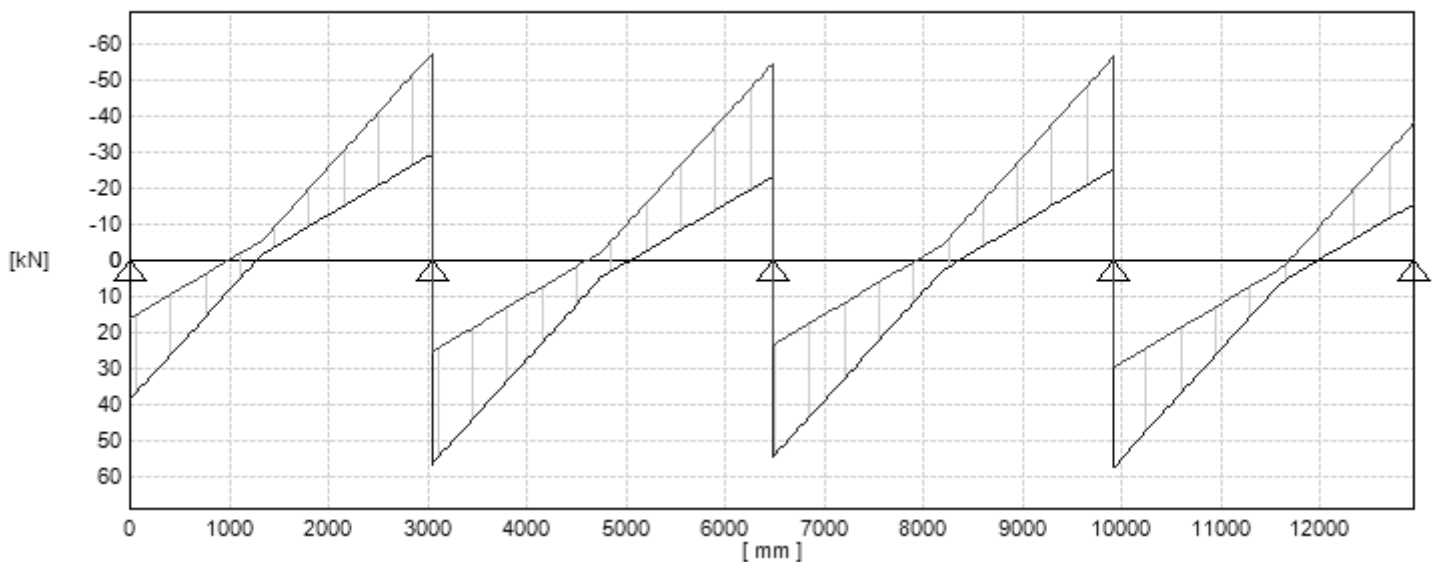
Max 0 : 0 ; 0 mm 1 : 24,19 ; 24,19 mm 2 : 20,43 ; 20,43 mm 3 : 20,43 ; 20,43 mm

4 : 24,19 ; 24,19 mm

Momentti, Käyttörajatila pitkä aik.



Leikkausvoima, Käyttörajatila pitkä aik.

**Tukivoimat**

Max A: 38,23 kN B: 113,71 kN C: 109,08 kN D: 113,71 kN E: 38,23 kN

Min A: 15,83 kN B: 54,87 kN C: 46,79 kN D: 54,87 kN E: 15,83 kN

Leikkausvoimat

Max A: 38,23 kN B: -57,36 / 56,36 kN C: -54,54 / 54,54 kN D: -56,36 / 57,36 kN

E: -38,23 / 42,94 kN F: -29,68 kN

Min A: 15,83 kN B: -29,59 / 25,28 kN C: -23,4 / 23,4 kN D: -25,28 / 29,59 kN

E: -38,23 / 42,94 kN F: -29,68 kN

Tukimomentit

Max A: 0 kN B: -34,85 kN C: -32,76 kN D: -34,85 kN E: 0 kN

Min A: 0 kN B: -15,12 kN C: -10,85 kN D: -15,12 kN E: 0 kN

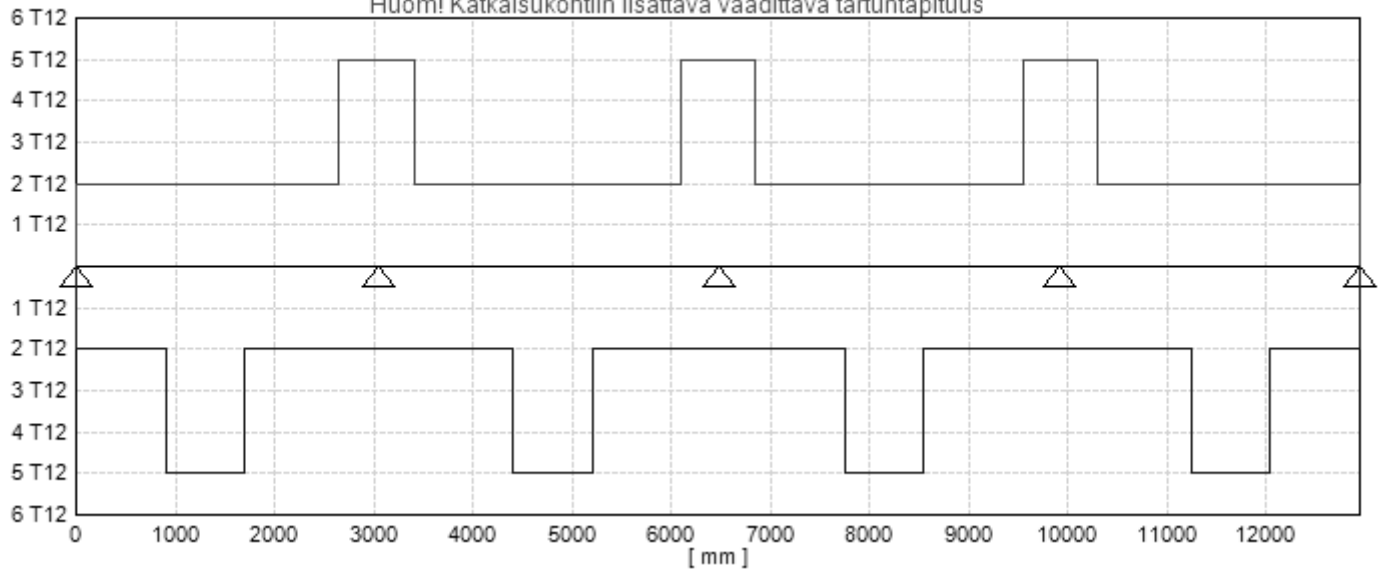
Kenttämomentit

Max 0 : 0 ; 0 mm 1 : 24,19 ; 24,19 mm 2 : 20,43 ; 20,43 mm 3 : 20,43 ; 20,43 mm

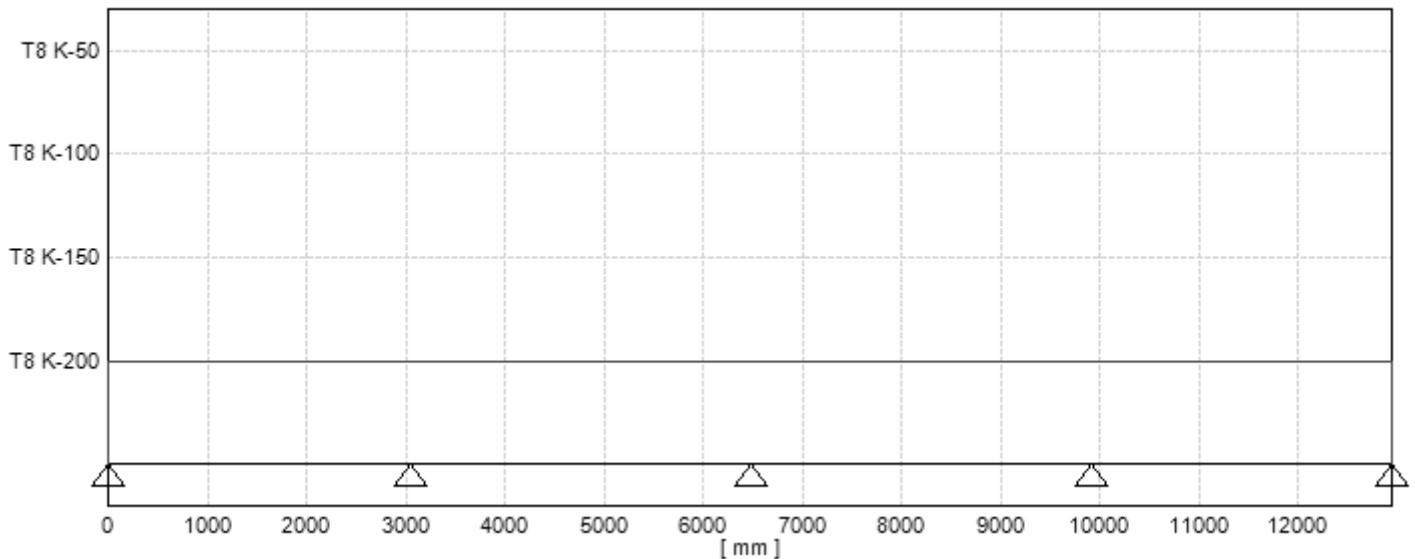
4 : 24,19 ; 24,19 mm

Pääraudoitus [kpl]

Huom! Katkaisukohtiin lisättävä vaadittava tartuntapituus



Leikkausraudoitus



Palkin Yleistiedot

Palkin korkeus	800 mm
Palkin leveys	500 mm
Betonipeite	50 mm
Rakenneluokka	2
Betonilaatu	C30/37
Suurin raekoko	≤ 16 mm
Teräksen laatu	A500H

Yläpinnan maksimi

Asmin : 554 mm ²
Tankojen lkm : 5 T12
d : 736 mm
μ : 0,039
ω : 0,039

Välillä : 2650-3400 mm
Tankorivit : 1

Alapinnan maksimi

Asmin : 554 mm ²
Tankojen lkm : 5 T12
d : 736 mm
μ : 0,039
ω : 0,039

Välillä : 900-1700 mm
Tankorivit : 1

Leikkausraudoitus

Aswmin : 438 mm ² /m
Leikkeiden lkm : 2
Leikkausraudoitus : T8-K200

Vrd,max : 1486,4 kN
Max. kohta välillä : 0-12956 mm

Yläpinta	Alapinta	Leikkausraudoitus
0-2650 mm : 2 T12 2650-3400 mm : 5 T12 3400-6100 mm : 2 T12 6100-6850 mm : 5 T12 6850-9550 mm : 2 T12 9550-10300 mm : 5 T12 10300-12956 mm : 2 T12	0-900 mm : 2 T12 900-1700 mm : 5 T12 1700-4400 mm : 2 T12 4400-5200 mm : 5 T12 5200-7750 mm : 2 T12 7750-8550 mm : 5 T12 8550-11250 mm : 2 T12 11250-12050 mm : 5 T12 12050-12956 mm : 2 T12	0-12956 mm : T8-K200

Palkin mitoitus EC2:n
mukaan

Suunnittelukäyttöikä: 50v

Rasitusluokka XC3, XC4, XF1

Betonipeite 50mm $c := 50 \text{ mm}$

Betoni: C30/37

Teräs T: A 500 HW

Palkin korkeus:

$$h := 800 \text{ mm} \quad d := h - 10 \text{ mm} - c = 740 \text{ mm}$$

Palkin leveys: mm

$$b := 500 \text{ mm}$$

$$\text{max halkeamaleveys: } w_{k,max} := 0.3 \text{ mm}$$

betonin ominaisuudet:

teräksen ominaisuudet:

$$f_{ck} := 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_s := 1.15$$

$$\gamma_c := 1.5$$

$$\alpha_{cc} := 0.85$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.783 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{sm} := 200 \text{ GPa}$$

$$E_{cm} := 33 \text{ GPa}$$

Alapinnan raudoitus

$$M_{Ed} := 32.55 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Stattiikkaohjelmasta}$$

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu = 0.007$$

Momenttivarsi z

$$z := \frac{d}{2} \left(1 + \sqrt{1 - 2 \mu} \right) \quad z = 737.403 \text{ mm}$$

Tarvittava vetoraudoitus

$$A_s := \frac{M_{Ed}}{f_{yd} \cdot z}$$

$$b_t := b$$

$$A_s = 101.525 \text{ mm}^2$$

$$A_{s.alap} := \max(A_{s.min}, A_s)$$

$$A_{s.min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 557.96 \text{ mm}^2$$

Yläpinnan raudoitus

$$M_{Ed} := 46 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Stattiikkaohjelmasta}$$

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu = 0.01$$

Momenttivarsi z

$$z := \frac{d}{2} \left(1 + \sqrt{1 - 2 \mu} \right) \quad z = 736.325 \text{ mm}$$

Tarvittava vetoraudoitus

$$A_s := \frac{M_{Ed}}{f_{yd} \cdot z}$$

$$b_t := b$$

$$A_s = 143.687 \text{ mm}^2$$

$$A_{s.min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 557.96 \text{ mm}^2$$

$$A_{s.yläp} := \max(A_{s.min}, A_s)$$

$$\begin{array}{l|l} \text{if } \mu \leq 0.3 & = \text{"OK"} \\ \parallel & \\ \text{"OK"} & \\ \text{else} & \\ \parallel & \\ \text{"TARKASTA"} & \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{if } \mu \leq 0.3 & = \text{"OK"} \\ \parallel & \\ \text{"OK"} & \\ \text{else} & \\ \parallel & \\ \text{"TARKASTA"} & \end{array}$$

Pystysuora leikkausraudoitus

$V_{Ed} := 82 \text{ kN}$	$b_w := 500 \text{ mm}$	fck	taul 6 Vrd,max(cot=2,5)	cot=1
		20	2,16	3,13
$v_{Ed} := \frac{V_{Ed}}{(0.9 \cdot b_w \cdot z)}$	$v_{Ed} = 0.247 \text{ MPa}$	25	2,64	3,383
		30	3,10	4,49
$V_{Rd,max} := 3.1 \text{ MPa}$		35	3,53	5,12

if $v_{Ed} \leq V_{Rd,max}$ = "OK"
 || "OK"
 else
 || "TARKASTA"

$$\cot\theta := 2.5$$

$$f_{ywd} := f_{yd} = (4.348 \cdot 10^8) \text{ Pa}$$

$$f_{ywk} := f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} := 30$$

$$b_w = 500 \text{ mm}$$

$$f_{ywk} := 500$$

jakoväli s

$$s_1 := 200 \text{ mm}$$

vertaus

$$A_{sw} := \frac{v_{Ed} \cdot b_w}{f_{ywd} \cdot \cot\theta} \cdot s_1 = 34.152 \text{ mm}^2$$

$$\frac{V_{Ed} \cdot s_1}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 56.637 \text{ mm}^2$$

$$A_{sw,min} := b_w \cdot \frac{0.08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{ywk}} \cdot 1000 \text{ mm} = 438 \text{ mm}^2 \text{ /metri}$$

$$s_{l,max} := 0.75 \cdot d = 555 \text{ mm}$$

$$A_{s,haat} := \max(A_{sw,min}, A_{sw})$$

Taipuman arviointi

Palkin reunakenttä: $l := 3039 \text{ mm}$

$$A_{s.req} := 538 \text{ mm}^2$$

$$A_{s.prov} := 1.1 \cdot A_{s.req}$$

$$K := 1.0$$

$$F1 := 1$$

$$F2 := 1$$

$$F3 := \frac{500 \text{ MPa} \cdot A_{s.prov}}{f_{yk} \cdot A_{s.req}}$$

$$17 \cdot K \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 = 18.7 \quad \geq \quad \frac{l}{d} = 4.107 \quad \text{OK}$$

Palkin keskikenttä:

Rajasuhde l/d ja kerroin K (EC2 taulukko 7.4N)

$$l/d = 20 \quad K = 1.2$$

$$A_{s.req} := 538 \text{ mm}^2 \quad l := 3439 \text{ mm}$$

$$A_{s.prov} := 1.1 \cdot A_{s.req}$$

$$K := 1.2$$

$$F1 := 1$$

$$F2 := 1$$

$$F3 := \frac{500 \text{ MPa} \cdot A_{s.prov}}{f_{yk} \cdot A_{s.req}}$$

$$20 \cdot K \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 = 26.4 \quad \geq \quad \frac{l}{d} = 4.647 \quad \text{OK}$$

Halkeamaleveys

$$E_{cm} = 33 \text{ GPa} \quad E_s := 200 \text{ GPa} \quad A_s := A_{s.yläp} + A_{s.alap} = 1116 \text{ mm}^2$$

$$k_c := 0.4 \quad | \text{ EC 2} \quad M_{kl} := 34 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{kp} := 30 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$k := 0.65 \quad | \text{ kaava (7.1)}$$

$$\rho := \frac{A_s}{d \cdot b}$$

$$f_{ct,eff} := f_{ctm}$$

$$\sigma_s := f_{yk}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.061$$

$$x := \alpha_e \cdot \rho \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2}{\alpha_e \cdot \rho}} - 1 \right) \cdot d$$

$$A_{ct} := b \cdot (h - x)$$

$$A_{s,min} := \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$$

$$A_{s,halkeama} := \max(A_{s,min}, A_s)$$

$$A_{s,min} = 506.23 \text{ mm}^2$$

Halkeilurajatila, lyhytaikaisella kuormituksella

$$M_{kl} = 34 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{lyhytaikainen:} \quad k_t := 0.6 \quad M_d := M_{Ed}$$

$$\text{oletus, ettei virumaa} \quad f_{ct,eff} := f_{ctm}$$

$$\rho := \frac{A_s}{d \cdot b} \quad \rho = 0.003$$

$$A_s := 1060 \text{ mm}^2$$

$$x := \alpha_e \cdot \rho \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2}{\alpha_e \cdot \rho}} - 1 \right) \cdot d \quad x = 0.126 \text{ m}$$

$$z := d - \frac{x}{3} \quad z = 0.698 \text{ m}$$

$$\sigma_s := \frac{M_{kl}}{A_s \cdot z} \quad \sigma_s = 45.946 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$h_{cef} := \min \left(\left[\begin{array}{c} 2.5 \cdot (h-d) \\ \frac{h-x}{3} \\ \frac{h}{2} \end{array} \right] \right)$$

$$h_{cef} = 150 \text{ mm}$$

$$A_s = 1060 \text{ mm}^2$$

$$A_{cef} := h_{cef} \cdot b$$

$$A_{cef} = (7.5 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$\rho_{peff} := \frac{A_s}{A_{cef}}$$

$$\rho_{peff} = 0.014$$

$$\Delta \varepsilon := \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

$$\Delta \varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}$$

$$0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.378 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta \varepsilon := \max \left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right)$$

$$\Delta \varepsilon = 1.378 \cdot 10^{-4}$$

$$k_1 := 0.8$$

$$k_2 := 0.5$$

$$k_3 := 3.4$$

$$k_4 := 0.425$$

$$c := 50 \text{ mm} + 10 \text{ mm}$$

$$\varphi := 12 \text{ mm}$$

$$s_{rmax} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\varphi}{\rho_{peff}}$$

$$s_{rmax} = 0.348 \text{ m}$$

$$w_{k.lyh} := s_{rmax} \cdot \Delta \varepsilon$$

$$w_{k.lyh} = 0.048 \text{ mm}$$

Halkeilurajatila, pitkäaikainen kuormitus

$$M_{kp} = 30 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

pitkäaikainen

$$k_t := 0.4$$

$$\sigma_s := \frac{M_{kp}}{A_s \cdot z}$$

$$\sigma_s = 40.54 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$h_{cef} := \min \left(\left[\frac{2.5 (h-d)}{h-x} \right], \left[\frac{3}{h} \right], \left[\frac{h}{2} \right] \right)$$

$$h_{cef} = 0.15 \text{ m}$$

$$A_{cef} := h_{cef} \cdot b$$

$$A_{cef} = 0.075 \text{ m}^2$$

$$\rho_{peff} := \frac{A_s}{A_{cef}}$$

$$\rho_{peff} = 0.014$$

$$\Delta \varepsilon := \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

$$\Delta \varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}$$

$$0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.216 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta \varepsilon := \max \left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right)$$

$$\Delta \varepsilon = 1.216 \cdot 10^{-4}$$

$$k_1 := 0.8$$

$$k_2 := 0.5$$

$$k_3 := 3.4$$

$$k_4 := 0.425$$

$$c := 50 \text{ mm} + 10 \text{ mm}$$

tangon halkaisija: $\varphi := 12 \text{ mm}$

$$s_{rmax} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\varphi}{\rho_{peff}}$$

$$s_{rmax} = 0.348 \text{ m}$$

$$w_{k.pit} := s_{rmax} \cdot \Delta \varepsilon$$

$$w_{k.pit} = 0.042 \text{ mm}$$

Halkeamaleveys, lyhytaikainen:

$$w_{k.lyh} = 0.048 \text{ mm}$$

Halkeamaleveys, pitkäaikainen

$$w_{k.pit} = 0.042 \text{ mm}$$

$$A_{s.yläp} = 557.96 \text{ mm}^2$$

Minimiraudoitus määrävä:

ulkokuori:

$$b_t := 122 \text{ mm}$$

$$A_{s.min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 136.142 \text{ mm}^2$$

sisäkuori:

$$b_t := 278 \text{ mm}$$

$$A_{s.min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 310.226 \text{ mm}^2$$

alapinta:

$$A_{s.alap} = 557.96 \text{ mm}^2$$

haat:

$$A_{s.haat} = 438.178 \text{ mm}^2 \quad \frac{A_{s.haat}}{2} = 219.089 \text{ mm}^2$$

$$A_s := 5 T_{12} + 3 T_{12} + 2 T_{12} = 1131 \text{ mm}^2$$

$$A_{s.halkeama} = 1115.92 \text{ mm}^2$$

$$T_6 := 28.3 \text{ mm}^2 \quad T_{16} := 201.1 \text{ mm}^2$$

$$T_8 := 50.3 \text{ mm}^2 \quad T_{20} := 314.2 \text{ mm}^2$$

$$T_{10} := 78.5 \text{ mm}^2 \quad T_{25} := 490.9 \text{ mm}^2$$

$$T_{12} := 113.1 \text{ mm}^2 \quad T_{32} := 804.2 \text{ mm}^2$$

$$2 T_{12}$$

$$2 T_{12} = 226.2 \text{ mm}^2$$

$$3 T_{12}$$

$$3 T_{12} = 339.3 \text{ mm}^2$$

$$3 T_{16} / 5 T_{12}$$

$$5 T_{12} = 565.5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Haat } T_8 \text{ k } 200$$

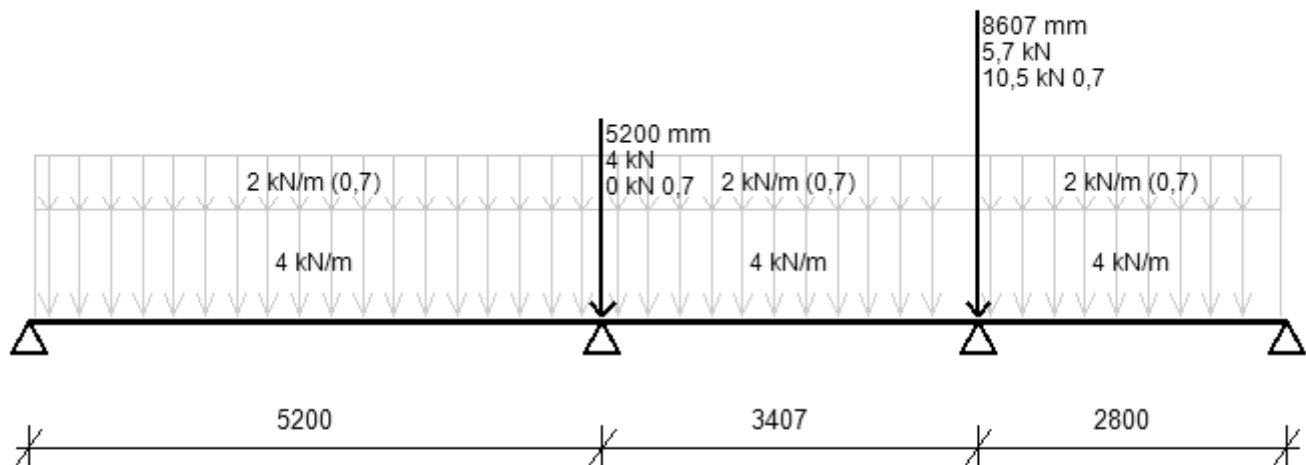
$$T_8 \cdot \frac{1000}{200} = 251.5 \text{ mm}^2$$

$$\omega := \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = 0.078$$

$$\mu := \omega \cdot \left(1 - \frac{\omega}{2}\right) = 0.075$$

PROJEKTI: LAATTA

SUUNNITTELIJA:



VARMUUSKERTOIMET

Kfi 1,0	Murtorajatila(1)	Murtorajatila(2)	Käyttörajatila
Pysyvä kuorma epäedullinen	1,35	1,15	1,00
Pysyvä kuorma edullinen	0,90	0,90	0,90
Hyötykuorma epäedullinen	0,00	1,50	1,00
Hyötykuorma edullinen	0,00	0,00	0,00

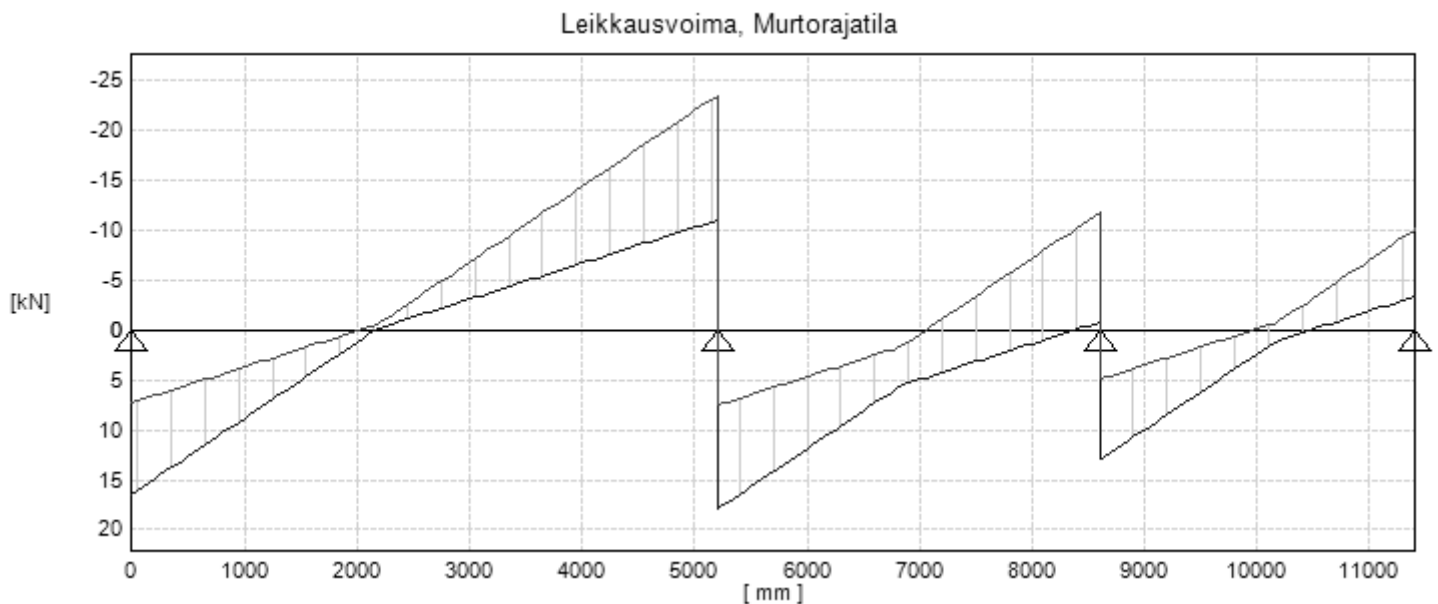
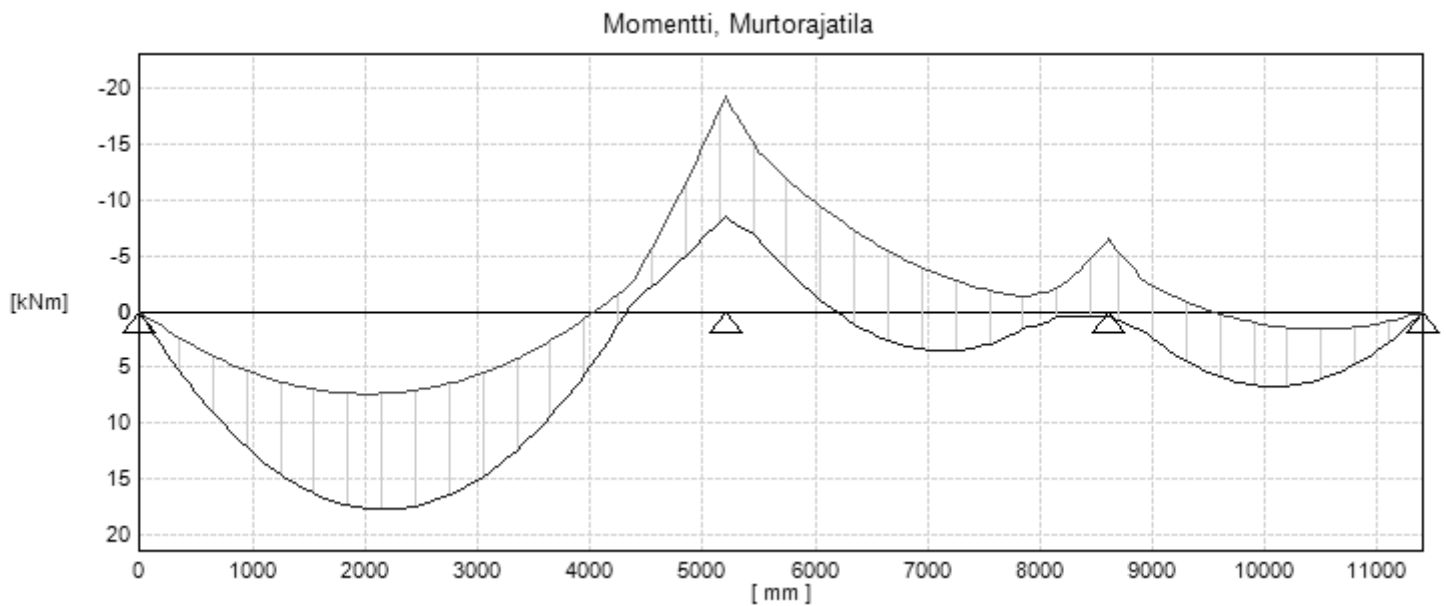
KUORMAT

Tasainen kuorma (kentittäin)

1. $g = 4 \text{ kN/m}$
 $q = 2 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 0,7$
2. $g = 4 \text{ kN/m}$
 $q = 2 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 0,7$
3. $g = 4 \text{ kN/m}$
 $q = 2 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 0,7$

Pistekuormat

1. $x = 5200 \text{ mm}$ $G = 4 \text{ kN}$ $Q = 0 \text{ kN}$ $\Psi_2 = 0,7$
2. $x = 8607 \text{ mm}$ $G = 5,7 \text{ kN}$ $Q = 10,5 \text{ kN}$ $\Psi_2 = 0,7$

**Tukivoimat**

Max A: 16,43 kN B: 46,87 kN C: 47,1 kN D: 10,11 kN

Min A: 7,29 kN B: 22,17 kN C: 10,86 kN D: 3,37 kN

Leikkausvoimat

Max A: 16,43 kN B: -23,5 / 17,97 kN C: -11,81 / 12,98 kN D: -10,11 kN

Min A: 7,29 kN B: -11,02 / 7,54 kN C: -0,83 / 4,9 kN D: -3,37 kN

Tukimomentit

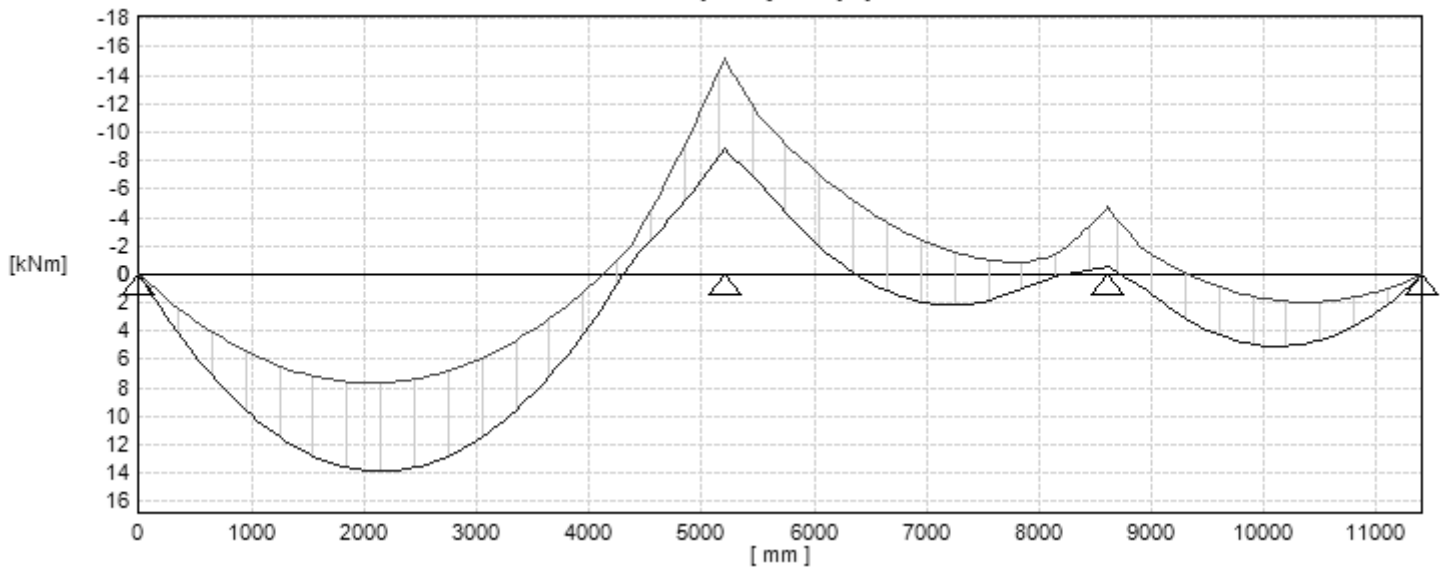
Max A: 0 kN B: -19,43 kN C: -6,55 kN D: 0 kN

Min A: 0 kN B: -8,66 kN C: 0,39 kN D: 0 kN

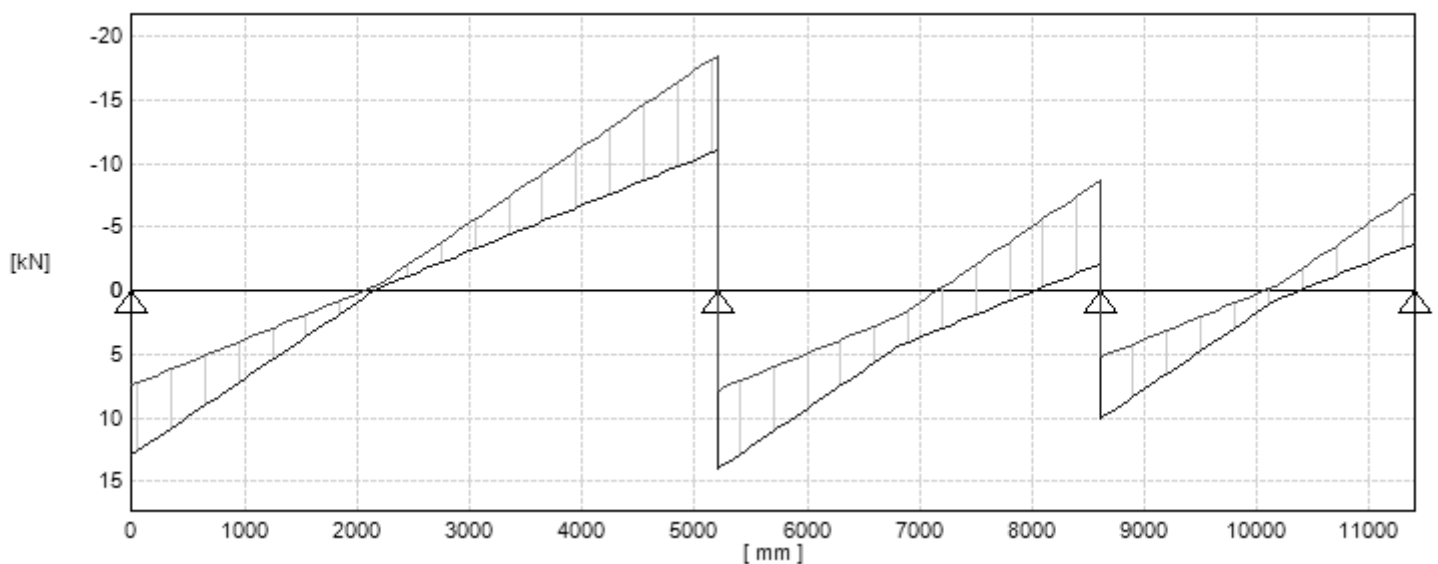
Kenttämomentit

Max 0 : 0 ; 0 mm 1 : 17,77 ; 17,77 mm 2 : 3,5 ; 3,5 mm 3 : 6,72 ; 6,72 mm

Momentti, Käyttörajatila lyhyt aik.



Leikkausvoima, Käyttörajatila lyhyt aik.

**Tukivoimat**

Max A: 12,91 kN B: 36,6 kN C: 35 kN D: 7,8 kN
Min A: 7,42 kN B: 22,46 kN C: 12,5 kN D: 3,75 kN

Leikkausvoimat

Max A: 12,91 kN B: -18,54 / 14,06 kN C: -8,71 / 10,09 kN D: -7,8 kN
Min A: 7,42 kN B: -11,05 / 7,81 kN C: -2,13 / 5,24 kN D: -3,75 kN

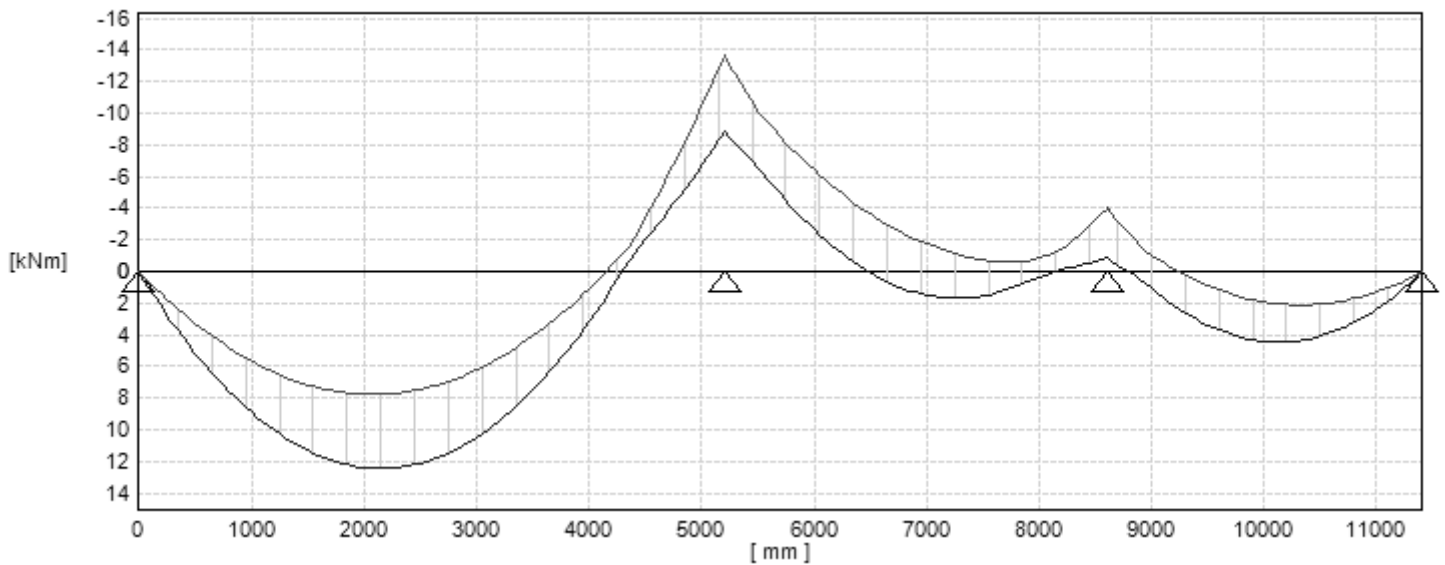
Tukimomentit

Max A: 0 kN B: -15,27 kN C: -4,72 kN D: 0 kN
Min A: 0 kN B: -8,8 kN C: -0,56 kN D: 0 kN

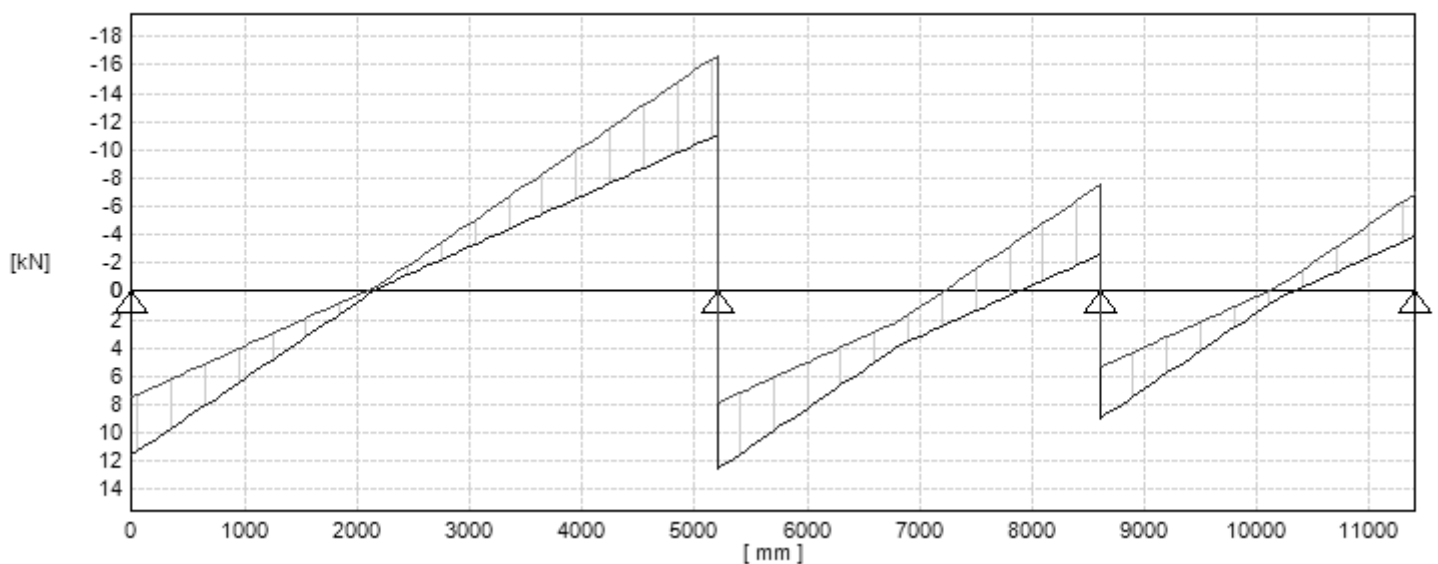
Kenttämomentit

Max 0 : 0 ; 0 mm 1 : 13,89 ; 13,89 mm 2 : 2,16 ; 2,16 mm 3 : 5,07 ; 5,07 mm

Momentti, Käyttörajatila pitkä aik.



Leikkausvoima, Käyttörajatila pitkä aik.

**Tukivoimat**

Max A: 11,59 kN B: 33,27 kN C: 29,6 kN D: 6,93 kN

Min A: 7,47 kN B: 22,57 kN C: 13,11 kN D: 3,9 kN

Leikkausvoimat

Max A: 11,59 kN B: -16,68 / 12,6 kN C: -7,55 / 9 kN D: -6,93 kN

Min A: 7,47 kN B: -11,06 / 7,9 kN C: -2,61 / 5,37 kN D: -3,9 kN

Tukimomentit

Max A: 0 kN B: -13,71 kN C: -4,04 kN D: 0 kN

Min A: 0 kN B: -8,86 kN C: -0,91 kN D: 0 kN

Kenttämomentit

Max 0 : 0 ; 0 mm 1 : 12,43 ; 12,43 mm 2 : 1,68 ; 1,68 mm 3 : 4,45 ; 4,45 mm

Laatan mitoitus

Suunnittelukäyttöikä: 50v

Rasitusluokka XC2

Betonipeite 35mm $c := 35 \text{ mm}$

Betoni: C30/37

Teräs T: A 500 HW

betonin ominaisuudet:

$$f_{ck} := 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_c := 1.5$$

$$\alpha_{cc} := 0.85$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{cm} := 33 \text{ GPa}$$

teräksen ominaisuudet:

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_s := 1.15$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.783 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{sm} := 200 \text{ GPa}$$

Laatan korkeus: 160mm

$$d := 160 \text{ mm} - c = 125 \text{ mm}$$

Taivutusmitoitus

$$M_{Ed} := 16.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot 1 \text{ m} \cdot d^2} = 0.061$$

$$b := 1000 \text{ mm}$$

$$\beta := 1 - \sqrt{1 - 2 \mu} = 0.063$$

$$\omega := \beta = 0.063$$

$$z := d \cdot \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) = 121.039 \text{ mm}$$

$$A_s := \omega \cdot 1 \text{ m} \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 309.734 \text{ mm}^2$$

$$\frac{M_{Ed}}{z \cdot f_{yd}} = 309.734 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot d \cdot 1000 \text{ mm} = 188.5 \text{ mm}^2$$

Valitun tangon poikkipinta-ala T 10 # 200

$$A_{s1} := 393 \text{ mm}^2$$

Yläpintaan tuella:

$$M_{Ed} := 16.3 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot 1 \text{ m} \cdot d^2} = 0.061$$

$$b := 1000 \text{ mm}$$

$$\beta := 1 - \sqrt{1 - 2 \mu} = 0.063$$

$$z := d \cdot \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) = 121.039 \text{ mm}$$

$$A_s := \omega \cdot 1 \text{ m} \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 309.734 \text{ mm}^2$$

6.2 Leikkaus

$$k := \frac{A_{s1}}{A_s} = 1.269$$

$$k := \min \left(\left(1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d}} \right), 2 \right) = 2$$

$$C_{Rd,c} := \frac{0.18 \text{ MPa}}{\gamma_c} = (1.2 \cdot 10^5) \text{ Pa}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$A_{sL} := 393 \text{ mm}^2$$

$$\rho_L := \frac{A_{sL}}{1000 \text{ mm} \cdot d} = 0.003$$

$$V_{Rd,c} := \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot \left(100 \rho_L \cdot \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{1}{3}} \right) \cdot d = 63.385 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Leikkausraudoitusta ei
tarvita alueelle jossa:

$$V_{Rd.c} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Ed} := 25 \text{ kN} \quad \text{toteutuu}$$

Taipuman arviointi

Laatan reunakenttä:

$$l := 5100 \text{ mm}$$

$$\rho := \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.002$$

$$A_{s.req} := 309 \text{ mm}^2$$

$$\rho := 0.003$$

$$A_{s.prov} := 393 \text{ mm}^2$$

$$A_{s.11} := \rho \cdot b \cdot d = 375 \text{ mm}^2$$

$$K := 1.0$$

$$l_d := 36$$

$$F1 := 1$$

$$F2 := 1$$

$$F3 := \frac{500 \text{ MPa} \cdot A_{s.prov}}{f_{yk} \cdot A_{s.req}}$$

$$l_d \cdot K \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 = 45.786 \quad \geq \quad \frac{l}{d} = 40.8 \quad \text{OK}$$

Laatan keskikenttä:

Rajasuhde l/d ja kerroin K (EC2 taulukko 7.4N)

$$l/d = 20$$

$$K = 1.2$$

$$A_{s.req} := 420 \text{ mm}^2$$

$$l := 3439 \text{ mm}$$

$$A_{s.prov} := 1.1 \cdot A_{s.req}$$

$$K := 1.2$$

$$\rho := \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.002$$

$$F1 := 1$$

$$l_d := 36$$

$$F2 := 1$$

$$F3 := \frac{500 \text{ MPa} \cdot A_{s.prov}}{f_{yk} \cdot A_{s.req}}$$

$$l_d \cdot K \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 = 47.52 \quad \geq \quad \frac{l}{d} = 27.512 \quad \text{OK}$$

Halkeamaleveys

$$E_{cm} = 33 \text{ GPa} \quad E_s := 200 \text{ GPa} \quad A_s := 393 \text{ mm}^2$$

$$k_c := 0.4 \quad \left| \begin{array}{l} \text{EC 2} \\ \text{kaava (7.1)} \end{array} \right. \quad M_{kl} := 18 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{kp} := 12 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$k := 0.65$$

$$\rho := \frac{A_s}{d \cdot b}$$

$$f_{ct,eff} := f_{ctm}$$

$$\sigma_s := f_{yk}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.061$$

$$h := 160 \text{ mm}$$

$$x := \alpha_e \cdot \rho \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2}{\alpha_e \cdot \rho}} - 1 \right) \cdot d = 0.022 \text{ m}$$

$$A_{ct} := b \cdot (h - x)$$

$$A_{s,min} := \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$$

$$A_{s,halkeama} := \max(A_{s,min}, A_s)$$

$$A_{s,min} = 207.90 \text{ mm}^2$$

Halkeilurajatila, lyhytaikaisella kuormituksella

$$M_{kl} = 18 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{lyhytaikainen: } k_t := 0.6$$

$$M_d := M_{Ed}$$

oletus, ettei virumaa

$$f_{ct,eff} := f_{ctm}$$

$$\rho := \frac{A_s}{d \cdot b} \quad \rho = 0.003$$

$$A_s := 393 \text{ mm}^2$$

$$x := \alpha_e \cdot \rho \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2}{\alpha_e \cdot \rho}} - 1 \right) \cdot d$$

$$x = 0.022 \text{ m}$$

$$z := d - \frac{x}{3} \quad z = 0.118 \text{ m}$$

$$\sigma_s := \frac{M_{kl}}{A_s \cdot z} \quad \sigma_s = 389.398 \frac{N}{mm^2}$$

$$h_{cef} := \min \left(\left[\begin{array}{c} 2.5 (h - d) \\ \frac{h - x}{3} \\ \frac{h}{2} \end{array} \right] \right)$$

$$h_{cef} = 45.955 \text{ mm}$$

$$A_s = 393 \text{ mm}^2$$

$$A_{cef} := h_{cef} \cdot b$$

$$A_{cef} = (4.595 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$\rho_{peff} := \frac{A_s}{A_{cef}}$$

$$\rho_{peff} = 0.009$$

$$\Delta \varepsilon := \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

$$\Delta \varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}$$

$$0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} = 0.001$$

$$\Delta \varepsilon := \max \left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right)$$

$$\Delta \varepsilon = 0.001$$

$$k_1 := 0.8$$

$$k_2 := 0.5$$

$$k_3 := 3.4$$

$$k_4 := 0.425$$

$$c := 35 \text{ mm}$$

$$\varphi := 10 \text{ mm}$$

$$s_{rmax} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\varphi}{\rho_{peff}} \quad s_{rmax} = 0.318 \text{ m}$$

$$w_{k.lyh} := s_{rmax} \cdot \Delta \varepsilon \quad w_{k.lyh} = 0.371 \text{ mm}$$

Halkeilurajatila, pitkäaikainen kuormitus

$$M_{kp} = 12 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{pitkäaikainen} \quad k_t := 0.4$$

$$\sigma_s := \frac{M_{kp}}{A_s \cdot z} \quad \sigma_s = 259.599 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$h_{cef} := \min \left(\left[\begin{array}{c} 2.5 \cdot (h-d) \\ \frac{h-x}{3} \\ \frac{h}{2} \end{array} \right] \right) \quad h_{cef} = 0.046 \text{ m}$$

$$A_{cef} := h_{cef} \cdot b \quad A_{cef} = 0.046 \text{ m}^2$$

$$\rho_{peff} := \frac{A_s}{A_{cef}} \quad \rho_{peff} = 0.009$$

$$\Delta \varepsilon := \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

$$\Delta \varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{\rho_{peff}}$$

$$\Delta \varepsilon := \max \left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{E_s f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) \quad 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} = 7.788 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta \varepsilon = 7.788 \cdot 10^{-4}$$

$$k_1 := 0.8$$

$$k_2 := 0.5$$

$$k_3 := 3.4$$

$$k_4 := 0.425$$

$$c := 35 \text{ mm}$$

$$\text{tangon halkaisija: } \varphi := 10 \text{ mm}$$

$$s_{rmax} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\varphi}{\rho_{peff}}$$

$$s_{rmax} = 0.318 \text{ m}$$

$$w_{k.pit} := s_{rmax} \cdot \Delta \varepsilon$$

$$w_{k.pit} = 0.247 \text{ mm}$$

Halkeamaleveys, lyhytaikainen:

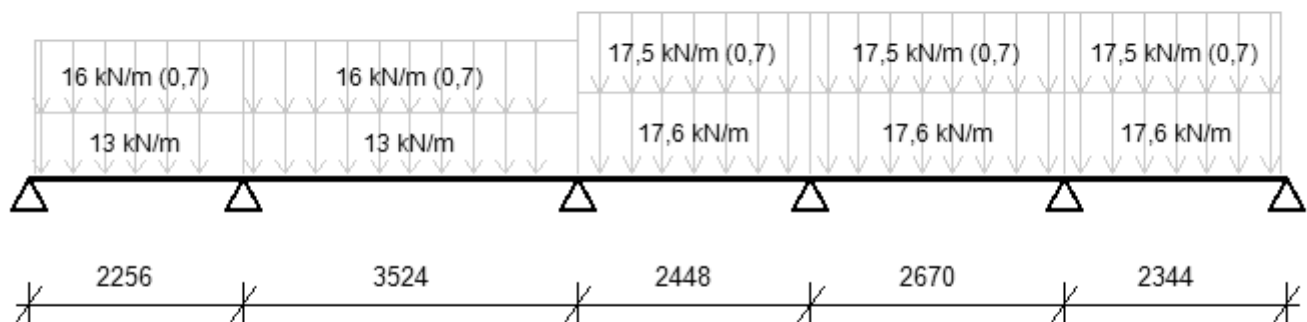
Halkeamaleveys, pitkäaikainen

$$w_{k.lyh} = 0.371 \text{ mm}$$

$$w_{k.pit} = 0.247 \text{ mm}$$

PROJEKTI: LAATANVAHVISTUS

SUUNNITTELIJA:



VARMUUSKERTOIMET

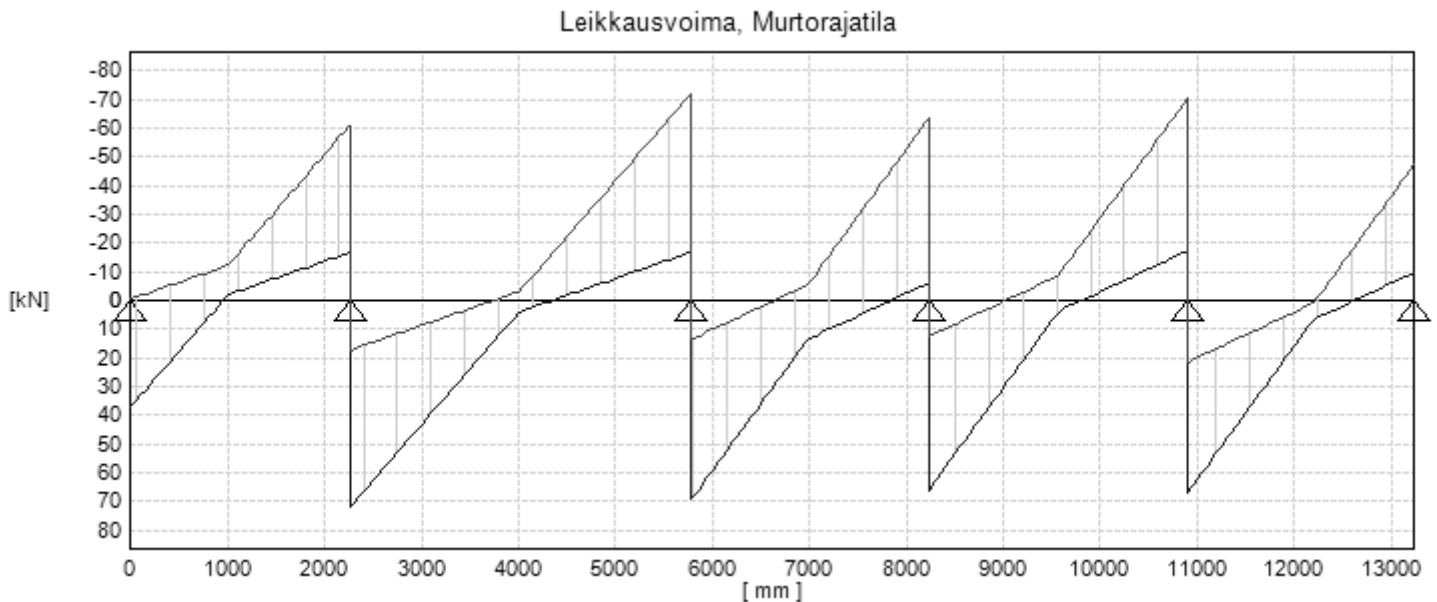
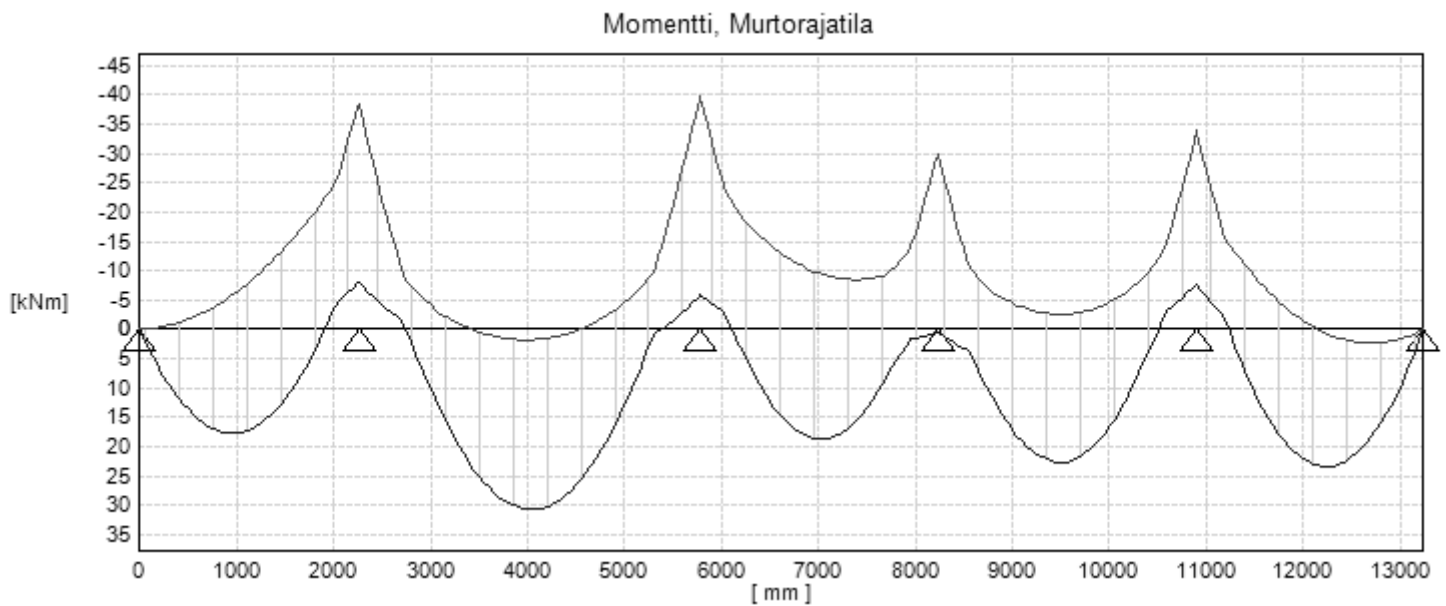
Kfi 1,0	Murtorajatila(1)	Murtorajatila(2)	Käyttörajatila
Pysyvä kuorma epäedullinen	1,35	1,15	1,00
Pysyvä kuorma edullinen	0,90	0,90	0,90
Hyötykuorma epäedullinen	0,00	1,50	1,00
Hyötykuorma edullinen	0,00	0,00	0,00

KUORMAT

Tasainen kuorma (kentittäin)

Pistekuormat

1. $g = 13 \text{ kN/m}$
 $q = 16 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 0,7$
2. $g = 13 \text{ kN/m}$
 $q = 16 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 0,7$
3. $g = 17,6 \text{ kN/m}$
 $q = 17,5 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 0,7$
4. $g = 17,6 \text{ kN/m}$
 $q = 17,5 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 0,7$
5. $g = 17,6 \text{ kN/m}$
 $q = 17,5 \text{ kN/m}$
 $\Psi_2 = 0,7$

**Tukivoimat**

Max A: 37,08 kN B: 133,22 kN C: 141,54 kN D: 129,49 kN E: 137,66 kN F: 47,58 kN

Min A: -0,59 kN B: 34,03 kN C: 30,41 kN D: 18,77 kN E: 38,82 kN F: 9,83 kN

Leikkausvoimat

Max A: 37,08 kN B: -61,04 / 72,18 kN C: -72,12 / 69,42 kN D: -63,41 / 66,09 kN

E: -70,47 / 67,19 kN F: -47,58 kN

Min A: -0,59 kN B: -16,74 / 17,3 kN C: -16,89 / 13,52 kN D: -6,24 / 12,53 kN

E: -70,47 / 67,19 kN F: -47,58 kN

Tukimomentit

Max A: 0 kN B: -38,58 kN C: -39,91 kN D: -29,92 kN E: -33,93 kN F: 0 kN

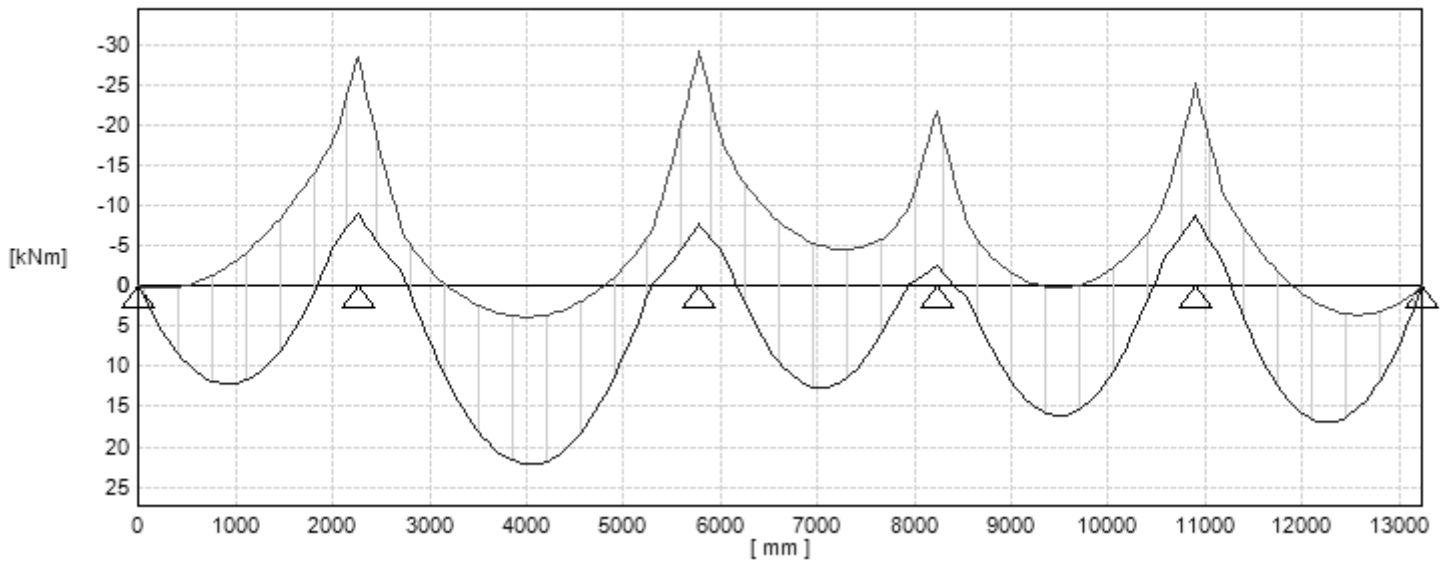
Min A: 0 kN B: -7,98 kN C: -5,84 kN D: 0,44 kN E: -7,81 kN F: 0 kN

Kenttämomentit

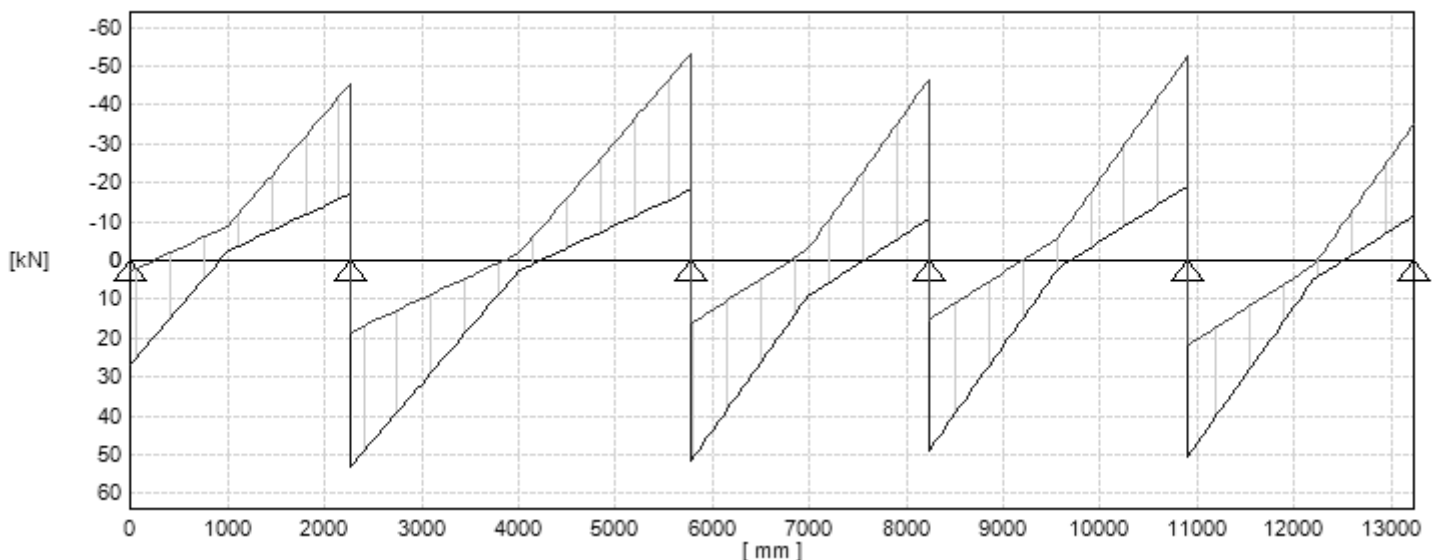
Max 0 : 0 ; 0 mm 1 : 17,65 ; 17,65 mm 2 : 30,71 ; 30,71 mm 3 : 18,62 ; 18,62 mm

4 : 22,68 ; 22,68 mm 5 : 23,38 ; 23,38 mm

Momentti, Käyttörajatila lyhyt aik.



Leikkausvoima, Käyttörajatila lyhyt aik.

**Tukivoimat**

Max A: 26,63 kN B: 98,62 kN C: 104,69 kN D: 95,56 kN E: 103,15 kN F: 35,33 kN
Min A: 2,72 kN B: 35,69 kN C: 34,45 kN D: 25,89 kN E: 41,02 kN F: 11,61 kN

Leikkausvoimat

Max A: 26,63 kN B: -45,29 / 53,32 kN C: -53,31 / 51,38 kN D: -46,58 / 48,99 kN
 E: -52,56 / 50,59 kN F: -35,33 kN
Min A: 2,72 kN B: -17,18 / 18,51 kN C: -18,28 / 16,17 kN D: -10,58 / 15,32 kN
 E: -52,56 / 50,59 kN F: -35,33 kN

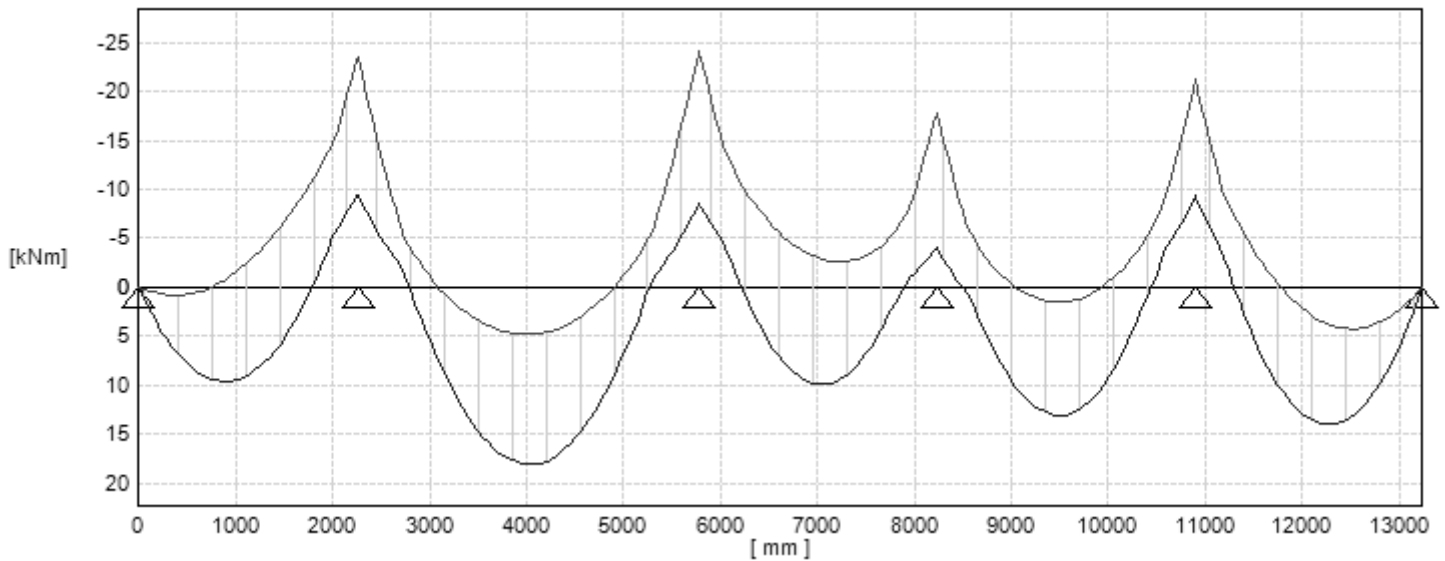
Tukimomentit

Max A: 0 kN B: -28,39 kN C: -29,25 kN D: -21,66 kN E: -25,25 kN F: 0 kN
Min A: 0 kN B: -8,98 kN C: -7,69 kN D: -2,55 kN E: -8,83 kN F: 0 kN

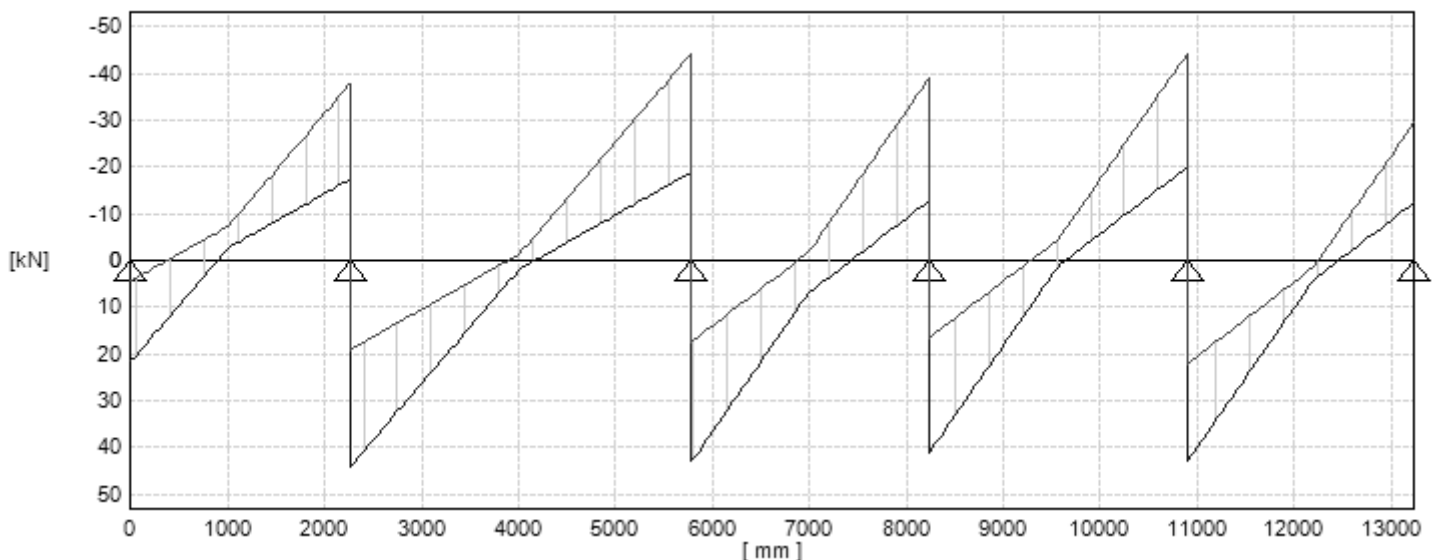
Kenttämomentit

Max 0 : 0 ; 0 mm 1 : 12,22 ; 12,22 mm 2 : 22,19 ; 22,19 mm 3 : 12,68 ; 12,68 mm
 4 : 16,14 ; 16,14 mm 5 : 16,98 ; 16,98 mm

Momentti, Käyttörajatila pitkä aik.



Leikkausvoima, Käyttörajatila pitkä aik.

**Tukivoimat**

Max A: 21,59 kN B: 81,94 kN C: 87,24 kN D: 79,91 kN E: 87,22 kN F: 29,68 kN
Min A: 4,31 kN B: 36,45 kN C: 36,34 kN D: 29,28 kN E: 42,03 kN F: 12,43 kN

Leikkausvoimat

Max A: 21,59 kN B: -37,7 / 44,24 kN C: -44,27 / 42,98 kN D: -38,81 / 41,11 kN
 E: -44,28 / 42,94 kN F: -29,68 kN
Min A: 4,31 kN B: -17,38 / 19,07 kN C: -18,94 / 17,41 kN D: -12,66 / 16,62 kN
 E: -44,28 / 42,94 kN F: -29,68 kN

Tukimomentit

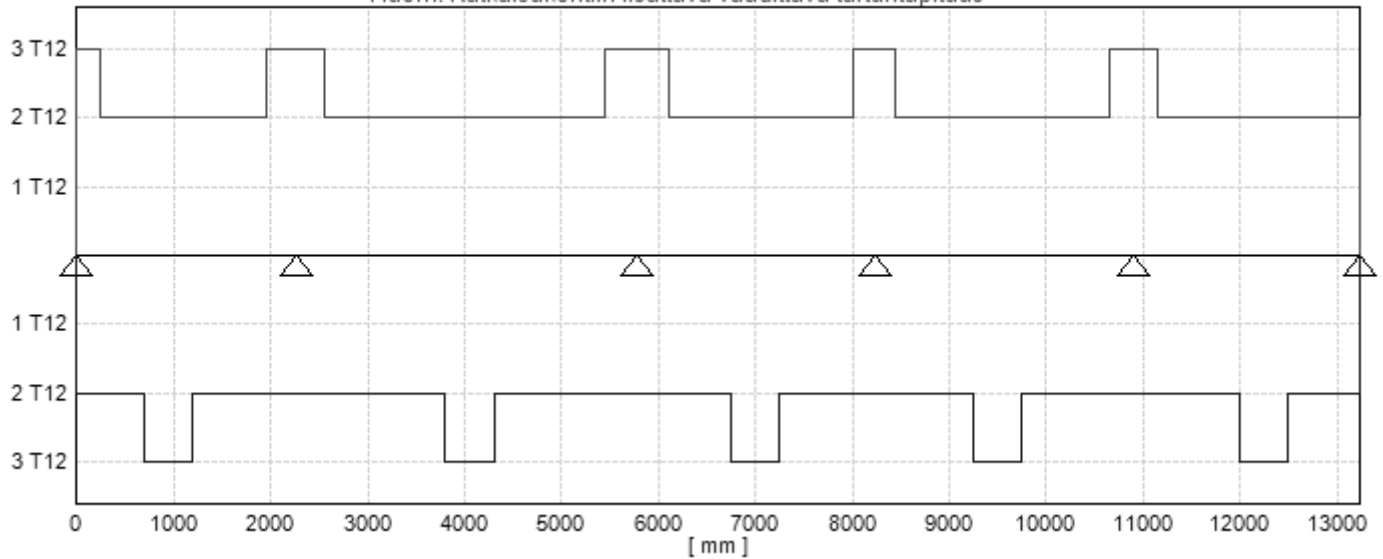
Max A: 0 kN B: -23,47 kN C: -24,17 kN D: -17,85 kN E: -21,24 kN F: 0 kN
Min A: 0 kN B: -9,44 kN C: -8,56 kN D: -3,97 kN E: -9,3 kN F: 0 kN

Kenttämomentit

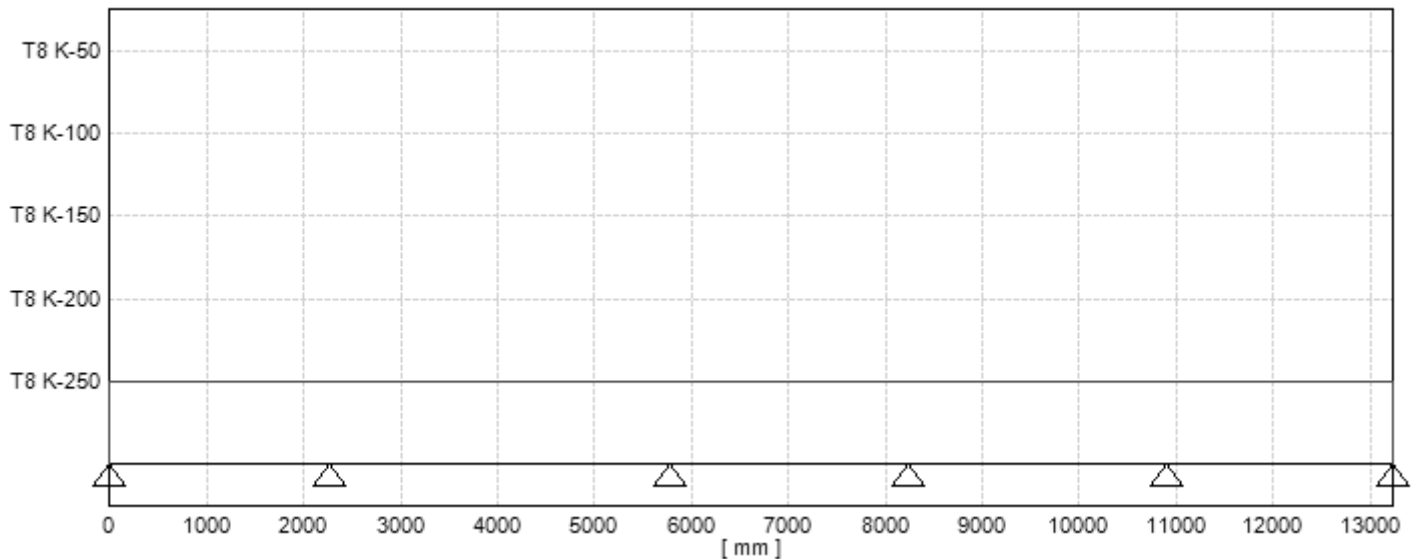
Max 0 : 0 ; 0 mm 1 : 9,63 ; 9,63 mm 2 : 18,09 ; 18,09 mm 3 : 9,94 ; 9,94 mm
 4 : 13,1 ; 13,1 mm 5 : 14,03 ; 14,03 mm

Pääraudoitus [kpl]

Huom! Katkaisukohtiin lisättävä vaadittava tartuntapituus



Leikkausraudoitus


Palkin Yleistiedot

Palkin korkeus	400 mm
Palkin leveys	500 mm
Betonipeite	50 mm
Rakenneluokka	2
Betonilaatu	C30/37
Suurin raekoko	≤ 16 mm
Teräksen laatu	A500H

Yläpinnan maksimi

Asmin : 253 mm ²
Tankojen lkm : 3 T12
d : 336 mm
μ : 0,05
ω : 0,052

Välillä : 0-250 mm
Tankorivit : 1

Alapinnan maksimi

Asmin : 253 mm ²
Tankojen lkm : 3 T12
d : 336 mm
μ : 0,05
ω : 0,052

Välillä : 700-1200 mm
Tankorivit : 1

Leikkausraudoitus

Aswmin : 438 mm ² /m
Leikkeiden lkm : 3
Leikkausraudoitus : T8-K250

Vrd,max : 678,6 kN
Max. kohta välillä : 0-13242 mm

Vahvistuksen mitoitus EC2:n mukaan

Suunnittelukäyttöikä: 50v

Rasitusluokka XC2

Betonipeite 35mm $c := 35 \text{ mm}$

Betoni: C30/37

Teräs T: A 500 HW max halkeamaleveys: $w_{k,max} := 0.3 \text{ mm}$

Palkin korkeus:

$$h := 400 \text{ mm} \quad d := h - 10 \text{ mm} - c = 355 \text{ mm}$$

Palkin leveys: mm

$$b := 500 \text{ mm}$$

$$l_1 := 5200 \text{ mm} \quad l_2 := 3407 \text{ mm}$$

$$l_0 := 0.15 \langle l_1 + l_2 \rangle = \langle 1.291 \cdot 10^3 \rangle \text{ mm}$$

betonin ominaisuudet:

$$f_{ck} := 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ctm} := 2.9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_c := 1.5$$

$$\alpha_{cc} := 0.85$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{cm} := 33 \text{ GPa}$$

teräksen ominaisuudet:

$$f_{yk} := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_s := 1.15$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434.783 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_{sm} := 200 \text{ GPa}$$

Kenttä L: 5200mm

$$l_1 := 3312 \text{ mm}$$

$$l_2 := 3312 \text{ mm} \quad l_0 := 0.85 \cdot l_1 = (2.815 \cdot 10^3) \text{ mm}$$

$$b_w := 500 \text{ mm}$$

$$b_1 := \frac{5200 \text{ mm} - b_w}{2}$$

$$b_2 := \frac{3407 \text{ mm} - b_w}{2}$$

$$b_{eff1} := 0.2 \cdot b_1 + 0.1 \cdot l_0 = 751.52 \text{ mm}$$

$$0.2 \cdot l_0 = 563.04 \text{ mm}$$

$$b_{eff2} := (0.2 \cdot b_2 + 0.1 \cdot l_0) = 572.22 \text{ mm}$$

$$b_1 = 2350 \text{ mm}$$

$$b_{eff} := b_w + b_{eff1} + b_{eff2} = 1823.74 \text{ mm}$$

$$0.2 \cdot l_0 = 563.04 \text{ mm}$$

$$b_2 = 1453.5 \text{ mm}$$

Tuella:

$$b := b_w \quad M_{Ed} := 39 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad \mu = 0.036$$

$$\omega := 1 - \sqrt{1 - 2 \mu} = 0.037 \quad \beta := \omega$$

$$A_s := \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 257.451 \text{ mm}^2$$

$$y := \beta \cdot d = 13.169 \text{ mm}$$

Kentässä

$$M_{Ed} := 31 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$b := b_1 + b_2 + b_w = 4303.5 \text{ mm}$$

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad \mu = 0.003$$

$$\omega := 1 - \sqrt{1 - 2 \mu} = 0.003$$

$$\beta := \omega \quad y := \beta \cdot d = 1.196 \text{ mm}$$

$$A_s := \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 201.184 \text{ mm}^2$$

voidaan laskea suorakaidepoikkileikkauksena,
koska $y <$ laatan korkeus

Alapinnan raudoitus

$$M_{Ed} := 46 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Stattiikkaohjelmasta}$$

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu = 0.005$$

Momenttivarsi z

$$z := \frac{d}{2} \left(1 + \sqrt{1 - 2\mu} \right) \quad z = 354.112 \text{ mm}$$

Tarvittava vetorausoit

$$A_s := \frac{M_{Ed}}{f_{yd} \cdot z}$$

$$b_t := 500 \text{ mm}$$

$$A_s = 298.775 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,alap} := \max(A_{s,min}, A_s) \quad A_{s,min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 267.67 \text{ mm}^2$$

Yläpinnan raudoitus

$$M_{Ed} := 46 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{Stattiikkaohjelmasta}$$

$$\mu := \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu = 0.005$$

Momenttivarsi z

$$z := \frac{d}{2} \left(1 + \sqrt{1 - 2\mu} \right) \quad z = 354.112 \text{ mm}$$

Tarvittava vetorausoit

$$A_s := \frac{M_{Ed}}{f_{yd} \cdot z}$$

$$b_t := 500 \text{ mm}$$

$$A_s = 298.775 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,ylap} := \max(A_{s,min}, A_s) \quad A_{s,min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 267.67 \text{ mm}^2$$

Pystysuora leikkausraudoitus

$V_{Ed} := 72 \text{ kN}$	$b_w := 500 \text{ mm}$	fck	taul 6 Vrd,max(cot=2,5)	cot=1
		20	2,16	3,13
		25	2,64	3,383
		30	3,10	4,49
		35	3,53	5,12

$$v_{Ed} := \frac{V_{Ed}}{(0.9 \cdot b_w \cdot z)} \quad v_{Ed} = 0.452 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,max} := 3.1 \text{ MPa}$$

$$\begin{array}{|l} \text{if } v_{Ed} \leq V_{Rd,max} \\ \quad \parallel \text{ "OK" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "TARKASTA" } \end{array} \quad = \text{ "OK" }$$

$$\cot \theta := 2.5$$

$$f_{ywd} := f_{yd} = (4.348 \cdot 10^8) \text{ Pa}$$

$$f_{ywk} := f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} := 30$$

$$b_w = 500 \text{ mm}$$

$$f_{ywk} := 500$$

jakoväli s

$$s_1 := 250 \text{ mm}$$

vertaus

$$A_{sw} := \frac{v_{Ed} \cdot b_w}{f_{ywd} \cdot \cot \theta} \cdot s_1 = 51.961 \text{ mm}^2$$

$$\frac{V_{Ed} \cdot s_1}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 129.577 \text{ mm}^2$$

$$A_{sw,min} := b_w \cdot \frac{0.08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{ywk}} \cdot 1000 \text{ mm} = 438 \text{ mm}^2 \text{ /metri}$$

$$s_{l,max} := 0.75 \cdot d = 266.25 \text{ mm}$$

$$A_{s,haat} := \max(A_{sw,min}, A_{sw})$$

Taipuman arviointi

Palkin reunakenttä: $l := 3039 \text{ mm}$

$$A_{s.req} := 538 \text{ mm}^2$$

$$A_{s.prov} := 1.1 \cdot A_{s.req}$$

$$K := 1.0$$

$$F1 := 1$$

$$F2 := 1$$

$$F3 := \frac{500 \text{ MPa} \cdot A_{s.prov}}{f_{yk} \cdot A_{s.req}}$$

$$17 \cdot K \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 = 18.7 \quad \geq \quad \frac{l}{d} = 8.561 \quad \text{OK}$$

Palkin keskikenttä:

Rajasuhde l/d ja kerroin K (EC2 taulukko 7.4N)

$$l/d = 20 \quad K = 1.2$$

$$A_{s.req} := 538 \text{ mm}^2 \quad l := 3439 \text{ mm}$$

$$A_{s.prov} := 1.1 \cdot A_{s.req}$$

$$K := 1.2$$

$$F1 := 1$$

$$F2 := 1$$

$$F3 := \frac{500 \text{ MPa} \cdot A_{s.prov}}{f_{yk} \cdot A_{s.req}}$$

$$20 \cdot K \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 = 26.4 \quad \geq \quad \frac{l}{d} = 9.687 \quad \text{OK}$$

Halkeamaleveys

$$E_{cm} = 33 \text{ GPa} \quad E_s := 200 \text{ GPa} \quad A_s := A_{s.yläp} + A_{s.alap} = 598 \text{ mm}^2$$

$$k_c := 0.4 \quad \left| \begin{array}{l} \text{EC 2} \\ \text{kaava (7.1)} \end{array} \right. \quad M_{kl} := 30 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{kp} := 25 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$k := 0.65$$

$$\rho := \frac{A_s}{d \cdot b}$$

$$f_{ct,eff} := f_{ctm}$$

$$\sigma_s := f_{yk}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.061$$

$$x := \alpha_e \cdot \rho \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2}{\alpha_e \cdot \rho}} - 1 \right) \cdot d$$

$$A_{ct} := b_t \cdot (h - x) \\ A_{ct} = 0.188 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} := \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_s}$$

$$A_{s,halkeama} := \max(A_{s,min}, A_s)$$

$$A_{s,min} = 283.79 \text{ mm}^2$$

Halkeilurajatila, lyhytaikaisella kuormituksella

$$M_{kl} = 30 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad \text{lyhytaikainen:} \quad k_t := 0.6 \quad M_d := M_{Ed}$$

$$\text{oletus, ettei virumaa} \quad f_{ct,eff} := f_{ctm}$$

$$\rho := \frac{A_s}{d \cdot b} \quad \rho = 7.403 \cdot 10^{-4}$$

$$A_s := 1131 \text{ mm}^2$$

$$x := \alpha_e \cdot \rho \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2}{\alpha_e \cdot \rho}} - 1 \right) \cdot d \quad x = 0.032 \text{ m}$$

$$z := d - \frac{x}{3} \quad z = 0.344 \text{ m}$$

$$\sigma_s := \frac{M_{kl}}{A_s \cdot z} \quad \sigma_s = 77.039 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$h_{cef} := \min \left(\left[\begin{array}{c} 2.5 \cdot (h-d) \\ \frac{h-x}{3} \\ \frac{h}{2} \end{array} \right] \right)$$

$$h_{cef} = 112.5 \text{ mm}$$

$$A_s = 1131 \text{ mm}^2$$

$$A_{cef} := h_{cef} \cdot b$$

$$A_{cef} = (4.841 \cdot 10^5) \text{ mm}^2$$

$$\rho_{peff} := \frac{A_s}{A_{cef}}$$

$$\rho_{peff} = 0.002$$

$$\Delta \varepsilon := \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

$$\Delta \varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}$$

$$0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} = 2.311 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta \varepsilon := \max \left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right)$$

$$\Delta \varepsilon = 2.311 \cdot 10^{-4}$$

$$k_1 := 0.8$$

$$k_2 := 0.5$$

$$k_3 := 3.4$$

$$k_4 := 0.425$$

$$c := 50 \text{ mm} + 10 \text{ mm}$$

$$\varphi := 16 \text{ mm}$$

$$s_{rmax} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\varphi}{\rho_{peff}}$$

$$s_{rmax} = 1.368 \text{ m}$$

$$w_{k.lyh} := s_{rmax} \cdot \Delta \varepsilon$$

$$w_{k.lyh} = 0.316 \text{ mm}$$

Halkeilurajatila, pitkäaikainen kuormitus

$$M_{kp} = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

pitkäaikainen

$$k_t := 0.4$$

$$\sigma_s := \frac{M_{kp}}{A_s \cdot z}$$

$$\sigma_s = 64.199 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$h_{cef} := \min \left(\left[\frac{2.5 (h-d)}{h-x} \right], \left[\frac{3}{h} \right], \left[\frac{h}{2} \right] \right)$$

$$h_{cef} = 0.113 \text{ m}$$

$$A_{cef} := h_{cef} \cdot b$$

$$A_{cef} = 0.484 \text{ m}^2$$

$$\rho_{peff} := \frac{A_s}{A_{cef}}$$

$$\rho_{peff} = 0.002$$

$$\Delta \varepsilon := \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

$$\Delta \varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}$$

$$0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} = 1.926 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta \varepsilon := \max \left(\frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{cteff}}{\rho_{peff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{peff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right)$$

$$\Delta \varepsilon = 1.926 \cdot 10^{-4}$$

$$k_1 := 0.8$$

$$k_2 := 0.5$$

$$k_3 := 3.4$$

$$k_4 := 0.425$$

$$c := 50 \text{ mm} + 10 \text{ mm}$$

tangon halkaisija: $\varphi := 16 \text{ mm}$

$$s_{rmax} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\varphi}{\rho_{peff}}$$

$$s_{rmax} = 1.368 \text{ m}$$

$$w_{k.pit} := s_{rmax} \cdot \Delta \varepsilon$$

$$w_{k.pit} = 0.264 \text{ mm}$$

Halkeamaleveys, lyhytaikainen:

$$w_{k.lyh} = 0.316 \text{ mm}$$

Halkeamaleveys, pitkäaikainen

$$w_{k.pit} = 0.264 \text{ mm}$$

$$T_6 := 28.3 \text{ mm}^2 \quad T_{16} := 201.1 \text{ mm}^2$$

$$T_8 := 50.3 \text{ mm}^2 \quad T_{20} := 314.2 \text{ mm}^2$$

$$T_{10} := 78.5 \text{ mm}^2 \quad T_{25} := 490.9 \text{ mm}^2$$

$$T_{12} := 113.1 \text{ mm}^2 \quad T_{32} := 804.2 \text{ mm}^2$$

yläpinta

$$A_{s.yläp} = 298.775 \text{ mm}^2$$

alapinta:

$$5 T_{12} = 565.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s.alap} = 298.775 \text{ mm}^2$$

$$5 T_{12} = 565.5 \text{ mm}^2$$

haat:

$$A_{s.haat} = 438.178 \text{ mm}^2 \quad \frac{A_{s.haat}}{2} = 219.089 \text{ mm}^2$$

Haat T 8 k 250

$$T_8 \cdot \frac{1000}{250} = 201.2 \text{ mm}^2$$

$$A_s := 5 T_{12} + 5 T_{12} = 1131 \text{ mm}^2$$

$$A_{s.halkeama} = 597.551 \text{ mm}^2$$

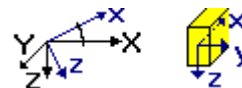
$$\omega := \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = 0.019$$

$$\mu := \omega \cdot \left(1 - \frac{\omega}{2}\right) = 0.019$$

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



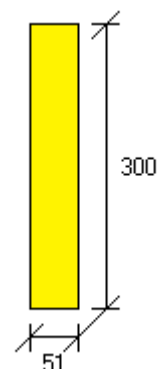
PROJEKTITIEDOT:

Nimi: ?

C:\...\yp1-välipalkilla.s01

RAKENNETIEDOT:

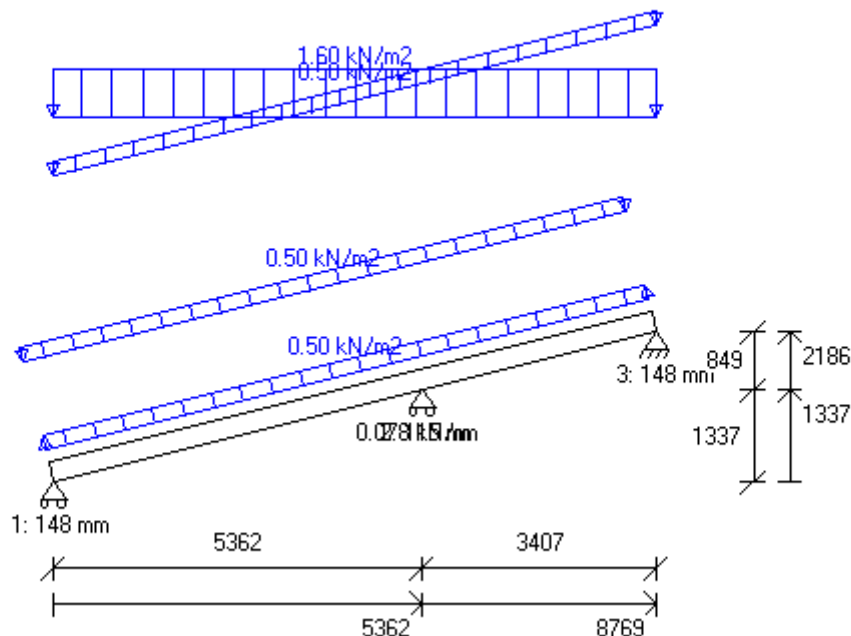
Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta
 Materiaali: KERTO-S syrjällään
 Poikkileikkaus: 51x300 (varastokoko)
 (B=51 mm, H=300 mm, A=15300 mm², I_y=114750000 mm⁴, W_y=765000 mm³)
 Käyttöluokka: 2
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Kulma: 14.0 astetta
 Jako/kuormituslev.: 900 mm (pintakuormille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli:	Vaakamitta [mm]:	Pystymitta [mm]:	Aksiaalinen [mm]:
Jänneväli 1	5362.0	1336.9	5526.1
Jänneväli 2	3407.0	849.5	3511.3
Yhteensä:	8769.0	2186.4	9037.5

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	148	Liukutuki (Z)
2:	5526	115	Liukutuki (Z)
3:	9037	148	Kiinteä niveltuki (X,Z)

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.078 kN/m x = 0 - 9037 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.500 kN/m² x = 0 - 9037 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m², Keskipitkä):

Pintakuorma: 1: QZ = 1.600 kN/m² x = 0 - 9037 mm

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = 0.500 kN/m² x = 0 - 9037 mm

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = -0.500 kN/m² x = 0 - 9037 mm

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste:

66.3 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00
 Nurjahdus z-suuntaan: $L_c = 1.00 \cdot L$
 Nurjahdus y-suuntaan: $L_c = 400.00 \text{ mm}$
 Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 400.00 \text{ mm}$
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} = 400.00 \text{ mm}$
 $L_{ef1} = L_{k1} + 2 \cdot x_H$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus rakenteen yläpinnassa)
 HUOM! L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	8.64 kN	27.88 kN	31.0 %	5526 mm	Keskipitkä
Veto:	2.15 kN	334.14 kN	0.6 %	5526 mm	Keskipitkä
Puristus:	2.67 kN	328.98 kN	0.8 %	5526 mm	Hetkellinen
Taivutus (M_y):	7.69 kNm	22.44 kNm	34.3 %	5526 mm	Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	7.69 kNm	22.44 kNm	34.3 %	5526 mm	Keskipitkä
Taivutus+veto:	0.35	1.00	34.9 %	5526 mm	Keskipitkä
($M_y = 7.69 \text{ kNm}$, $M_z = 0.00 \text{ kNm}$, $N_x = 2.15 \text{ kN}$)					
Taivutus+puristus:	0.35	1.00	35.0 %	5526 mm	Keskipitkä
($M_y = 7.69 \text{ kNm}$, $M_z = 0.00 \text{ kNm}$, $N_x = 1.69 \text{ kN}$)					
Tukipaine, tuki 1:	5.86 kN	36.31 kN	16.1 %	0 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 2:	15.43 kN	35.70 kN	43.2 %	5526 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 3:	2.41 kN	36.31 kN	6.6 %	9037 mm	Keskipitkä
Winst:	9.2 mm	13.8 mm	66.3 %	2485 mm	
Wnet,fin:	12.2 mm	18.4 mm	66.1 %	2485 mm	

TUKIREAKTIOT:

FX:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN
3:	1.48 kN	-1.48 kN	0.98 kN	-0.98 kN

FZ:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	6.97 kN	-0.49 kN	4.40 kN	0.14 kN
2:	18.36 kN	-1.30 kN	11.59 kN	0.38 kN
3:	2.65 kN	0.16 kN	1.77 kN	0.30 kN

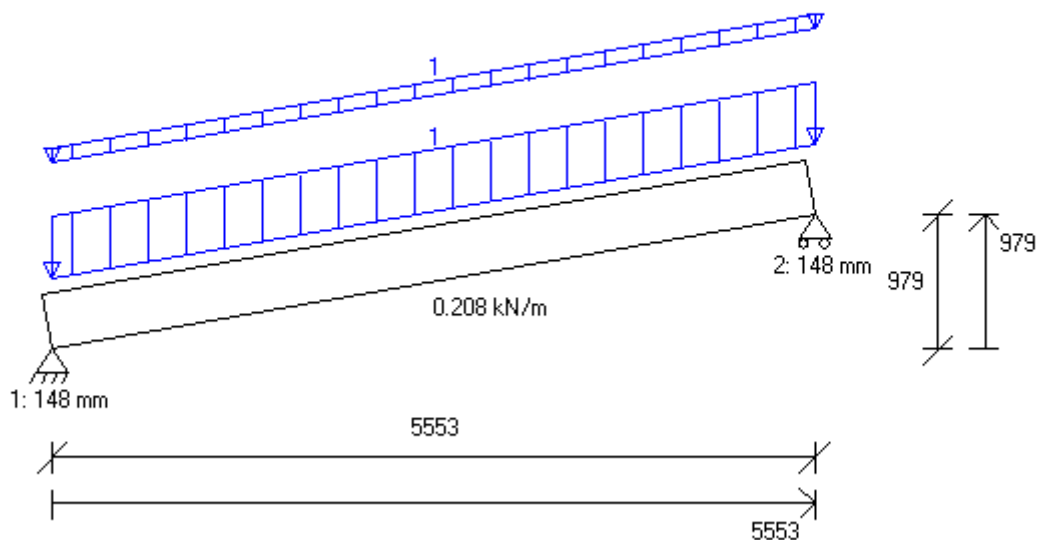
- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä

RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.208 kN/m x = 0 - 5639 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.500 kN/m² x = 0 - 5639 mmLumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m², Keskipitkä):Pintakuorma: 1: QZ = 2.000 kN/m² x = 0 - 5639 mm**MITOITUS:**

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste: 91.3 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuserroin, vasen uloke: 2.00

Korotuserroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)

Kiepahdus taivutuksesta My (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: Lk1 = 300.00 mm

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: Lk2 = Päätukien välimatka

Lef1 = Lk1+2xH ja Lef2 = Lk2 (Esim. kuormitus rakenteen yläpinnassa)

HUOM! Lk1:ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja Lk2:ta, kun $M_y < 0$

Värähtelymitoitusta ei ole tehty

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	26.47 kN	74.35 kN	35.6 %	0 mm	Keskipitkä
Veto:	4.67 kN	916.63 kN	0.5 %	5639 mm	Keskipitkä
Puristus:	4.67 kN	952.00 kN	0.5 %	0 mm	Keskipitkä
Taivutus (M_y):	37.32 kNm	77.08 kNm	48.4 %	2819 mm	Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	37.32 kNm	77.08 kNm	48.4 %	2819 mm	Keskipitkä
Taivutus+veto:	0.48	1.00	48.3 %	2960 mm	Keskipitkä
(My=37.23 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=0.23 kN)					
Taivutus+puristus:	0.48	1.00	48.4 %	2819 mm	Keskipitkä
(My=37.32 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=0.00 kN)					
Tukipaine, tuki 1:	26.47 kN	72.62 kN	36.5 %	0 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 2:	26.47 kN	72.62 kN	36.5 %	5639 mm	Keskipitkä
Winst:	12.9 mm	14.1 mm	91.3 %	2819 mm	
Wnet,fin:	16.8 mm	18.8 mm	89.3 %	2819 mm	

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	26.88 kN	3.83 kN	18.91 kN	4.25 kN
2:	26.88 kN	3.83 kN	18.91 kN	4.25 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

HUOMIOT:

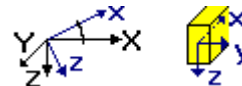
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakennneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla k_h ja k_l
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaileihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



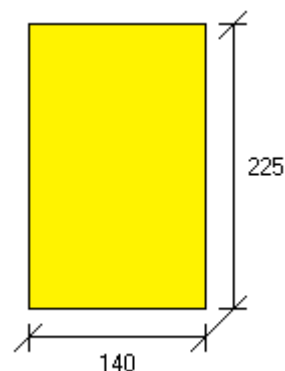
PROJEKTITIEDOT:

Nimi: ?

C:\...\kannatinpalkki-keskilinja6.8.2013.s01

RAKENNETIEDOT:

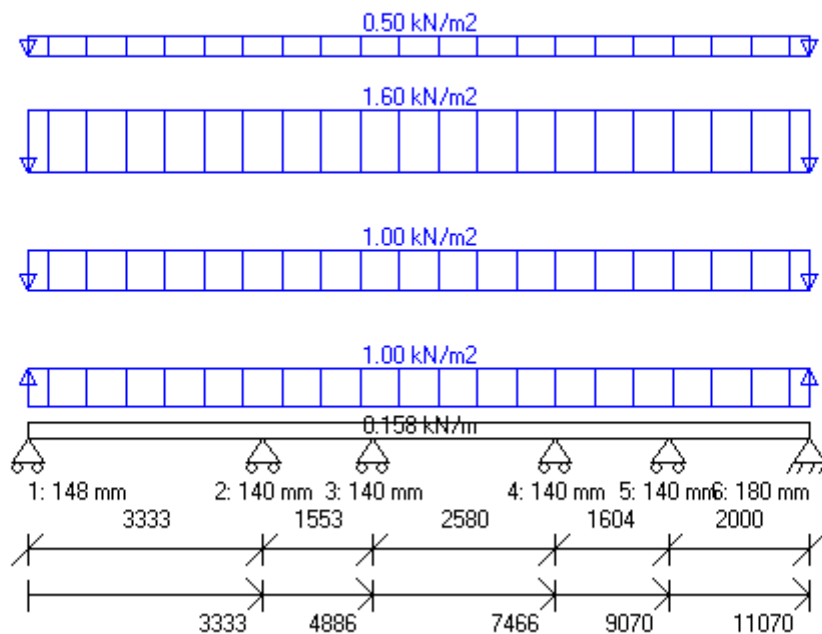
Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta
 Materiaali: GL32c
 Poikkileikkaus: 140x225
 (B=140 mm, H=225 mm, A=31500 mm², I_y=132890625 mm⁴, W_y=1181250 mm³)
 Käyttöluokka: 1
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Jako/kuormituslev.: 4500 mm (pintakuormille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:
 Jänneväli 1: 3333.0
 Jänneväli 2: 1553.0
 Jänneväli 3: 2580.0
 Jänneväli 4: 1604.0
 Jänneväli 5: 2000.0
 Yhteensä: 11070.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	148	Liukutuki (Z)
2:	3333	140	Liukutuki (Z)
3:	4886	140	Liukutuki (Z)
4:	7466	140	Liukutuki (Z)
5:	9070	140	Liukutuki (Z)
6:	11070	180	Kiinteä niveltuki (X,Z)

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.158 kN/m x = 0 - 11070 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.500 kN/m² x = 0 - 11070 mm

Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m², Keskipitkä):

Pintakuorma: 1: QZ = 1.600 kN/m² x = 0 - 11070 mm

Tuulikuorma (alas) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = 1.000 kN/m² x = 0 - 11070 mm

Tuulikuorma (ylös) (Tuulikuorma, Hetkellinen):

Pintakuorma: 1: Qz = -1.000 kN/m² x = 0 - 11070 mm

MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste: 88.8 %

MITOITUSPARAMETRIT:Taipumaraja W_{net,fin}: L/300Taipumaraja W_{inst}: L/400

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00
 Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)
 Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: L_{k1} = Päätukien välimatka
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: L_{k2} = Päätukien välimatka
 $L_{ef1} = L_{k1} + 2 \times H$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus rakenteen yläpinnassa)
 HUOM! L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	26.67 kN	30.02 kN	88.8 %	3333 mm	Keskipitkä
Taivutus (M_y):	13.52 kNm	27.72 kNm	48.8 %	3333 mm	Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	13.52 kNm	27.72 kNm	48.8 %	3333 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	18.56 kN	74.76 kN	24.8 %	0 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 2:	43.34 kN	84.00 kN	51.6 %	3333 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 3:	20.89 kN	84.00 kN	24.9 %	4886 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 4:	30.86 kN	84.00 kN	36.7 %	7466 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 5:	25.10 kN	84.00 kN	29.9 %	9070 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 6:	11.45 kN	88.20 kN	13.0 %	11070 mm	Keskipitkä
W_{fin} :	8.4 mm	- mm	0.0 %	1660 mm	
$W_{net,fin}$:	8.4 mm	11.1 mm	75.4 %	1660 mm	
W_{inst} :	7.0 mm	8.3 mm	84.3 %	1660 mm	

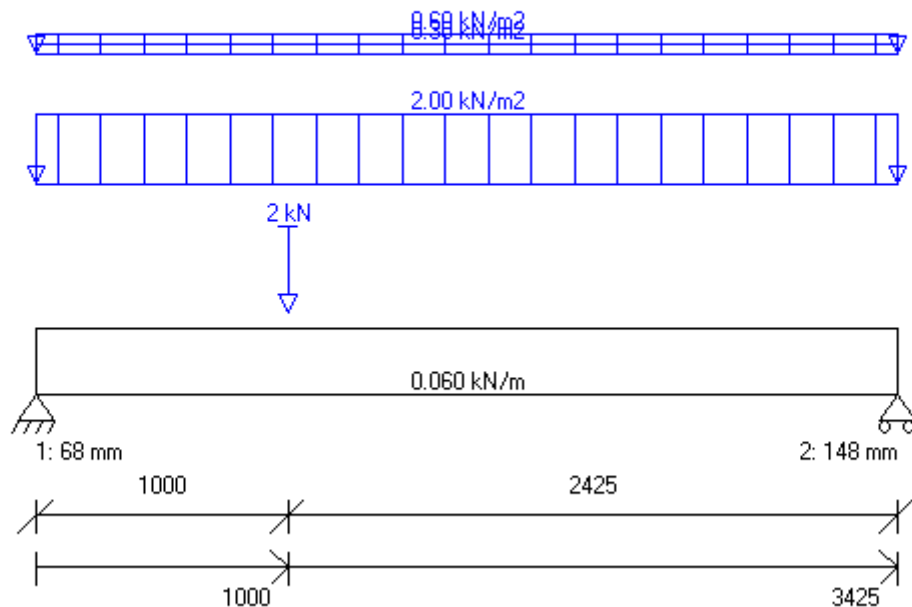
TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	24.09 kN	-6.27 kN	16.34 kN	-2.86 kN
2:	56.28 kN	-14.64 kN	38.16 kN	-6.68 kN
3:	27.13 kN	-7.06 kN	18.40 kN	-3.22 kN
4:	40.07 kN	-10.42 kN	27.17 kN	-4.76 kN
5:	32.60 kN	-8.48 kN	22.10 kN	-3.87 kN
6:	14.87 kN	-3.87 kN	10.08 kN	-1.77 kN

- Tukipisteisiin syntyy nostetta, varmista ankkurointi
- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Rakenneosan paino: QZ = 0.060 kN/m x = 0 - 3425 mm

Pintakuorma: 1: QZ = 0.600 kN/m² x = 0 - 3425 mm

Pintakuorma: 2: QZ = 0.300 kN/m² x = 0 - 3425 mm

Hyötykuorma (Hyötykuorma A, Keskipitkä, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pintakuorma: 1: QZ = 2.000 kN/m² x = 0 - 3425 mm

Hyötyk. pistekuormatark. (Hyötykuorma, lyhytaikainen, Lyhytaikainen, MRT/KRT-liikkuvuus = 100.0 %):

Pistekuorma: 1: FZ = 2.00 kN x = 1000.0 mm (2 kN)

MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009

Kokonaiskäyttöaste: 99.8 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja Winst: L/400

Taipumaraja Wnet,fin: L/300

Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00

Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00

Nurjahdus z-suuntaan: Lc = 1.00*L

Nurjahdus y-suuntaan: $L_c = 1.00 \cdot L$

Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):

Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 300.00 \text{ mm}$

Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} = \text{Päätukien välimatka}$

$L_{ef1} = L_{k1} + 2 \cdot x_H$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus rakenteen yläpinnassa)

HUOM! L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$

VÄRÄHTELYN LASKENTA-ASETUKSET:

Huoneen suurin mitta L [m]: 9

Lattiarakenteen leveys B [m]: 4

Välipohjan tuentatapa: 2 reunaa tuettu

Ulokkeen lyhennys [mm]: 0.0

Poikittaisjäykisteet: Ei jäykisteitä

Yläpuolinen lattialevy / rakenne: Havuvaner 18 mm

Liittorakennevaikutus: Työmaaliimaus

Kelluva rakenne / poikittaiskoolaus+levytys: Ei kelluvaa rakennetta

Alapuoliset poikittaiskoolaukset: 48x48 k400

Pinta-alayksikön massa [kg/m²]: 130

HUOM! Laskelmissa oletetaan, että lattialevyt asennetaan poikittain lattian pituussuuntaan nähden

HUOM! Alapuoliset poikittaiskoolaukset on kiinnitettävä lattiapalkkeihin ruuveilla tai profiloituilla kampa- tai kierrenauloilla

HUOM! Laskelmissa on käytetty poikittaiskoolaukselle sahatavaran C18 materiaaliarvoja

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	4.09 kN	21.32 kN	19.2 %	0 mm	Keskipitkä
Taivutus (M_y):	3.50 kNm	14.13 kNm	24.8 %	1712 mm	Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	3.50 kNm	15.13 kNm	23.2 %	1712 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	4.09 kN	17.64 kN	23.2 %	0 mm	Keskipitkä
Tukipaine, tuki 2:	4.09 kN	32.04 kN	12.8 %	3425 mm	Keskipitkä
Winst:	3.8 mm	8.6 mm	44.8 %	1712 mm	
Wnet,fin:	5.1 mm	11.4 mm	44.4 %	1712 mm	
Taipuma U:	0.5 mm	0.5 mm	99.8%	(Värähtelytarkastelu)	
Taajuus f_1 :	16.3 Hz	9.0 Hz	55.3%	(Värähtelytarkastelu)	

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	4.09 kN	0.89 kN	2.96 kN	0.99 kN
2:	4.09 kN	0.89 kN	2.96 kN	0.99 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä

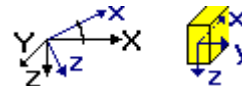
RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta

- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)

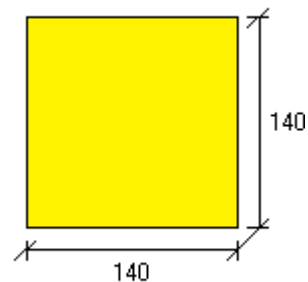
PROJEKTITIEDOT:

Nimi: ?

C:\...\pilari-keskilinja.s01

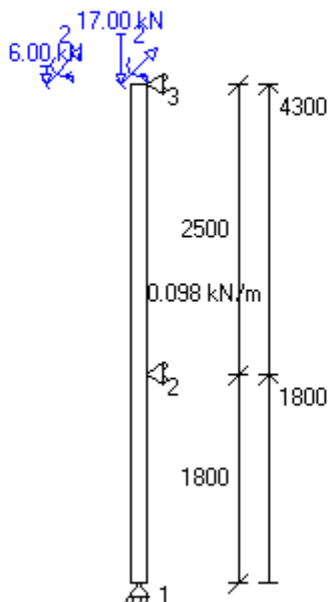
RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Pilari
 Materiaali: Standardipilarit (Kuningaspalkki)
 Poikkileikkaus: 140x140 (varastokoko)
 (B=140 mm, H=140 mm, A=19600 mm², I_y=32013333 mm⁴, W_y=457333 mm³)
 Käyttöluokka: 1
 Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)
 Kulma: 90.0 astetta
 Jako/kuormituslev.: 1000 mm (pintakuormille)

**Uloke-/jännevälipituudet:**

Uloke/jänneväli: Pystymitta [mm]:
 Jänneväli 1: 1800.0
 Jänneväli 2: 2500.0
 Yhteensä: 4300.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Tyyppi:
1:	0	Kiinteä niveltuki (X,Z)
2:	1800	Liukutuki (X)
3:	4300	Liukutuki (X)

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 6.00 kN	x = 4300.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.300 kNm	x = 4300.0 mm
Rakennesosan paino:	QZ = 0.098 kN/m	x = 0 - 4300 mm

Lumikuorma (Lumikuorma $S_k < 2.75$ kN/m², Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 17.00 kN	x = 4300.0 mm
Pistekuorma: 2:	My = -0.850 kNm	x = 4300.0 mm

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009
Kokonaiskäyttöaste:	51.6 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja $W_{net,fin}$:	L/300
Korotuskerroin, vasen uloke:	2.00
Korotuskerroin, oikea uloke:	2.00
Nurjahdus z-suuntaan:	$L_c = 1.00 \cdot L$
Nurjahdus y-suuntaan:	$L_c = 1.00 \cdot L$
Kiepahdus on estetty	

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	0.84 kN	18.01 kN	4.6 %	2902 mm	Keskipitkä
Puristus:	32.68 kN	163.73 kN	20.0 %	1800 mm	Keskipitkä
Taivutus (My):	1.62 kNm	5.10 kNm	31.8 %	4300 mm	Keskipitkä
Taivutus+puristus:	0.52	1.00	51.6 %	4300 mm	Keskipitkä
(My=1.62 kNm, Mz=0.00 kNm, Nx=32.40 kN)					
Winst:	-1.1 mm	- mm	0.0 %	3332 mm	
Wnet,fin:	-1.3 mm	8.3 mm	15.7 %	3332 mm	

TUKIREAKTIOT:

FX:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	-0.04 kN	-0.26 kN	-0.05 kN	-0.19 kN
2:	1.10 kN	0.18 kN	0.78 kN	0.20 kN
3:	-0.14 kN	-0.84 kN	-0.15 kN	-0.59 kN

FZ:				
Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	32.88 kN	5.78 kN	23.42 kN	6.42 kN
2:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN
3:	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN	0.00 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

HUOMIOT:

- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
- VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
- MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
- *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
- Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
- Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
- Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
- Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajaatilamitoituksessa
- Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
- Rakenneosan koon vaikutus lujuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
- Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kcr, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
- Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu.

PUURAKENTEET

EC5:n mukaan:

PALKKIYLÄPOHJAN

KANNATINPALKKI:

suurin aukon koko/ tukiväli: 1200mm

Palkin materiaali:

Kerto-S (taulukko B.3.4)

$$f_{m.k} := 44 \frac{N}{mm^2} \quad \text{taivutus syjällään}$$

$$f_{v.k} := 4.1 \frac{N}{mm^2} \quad \text{leikkaus syjällään}$$

$$f_{c.90.edge.k} := 6.0 \frac{N}{mm^2} \quad \text{puristus poikittain syjällään}$$

$$E_{mean} := 13800 \frac{N}{mm^2} \quad \text{kimmomoduuli}$$

$$\gamma_M := 1.2 \quad \text{materiaalin osavarmuusluku (taulukko B.2.7)}$$

Kuormat

$$g_{k1} := 0.5 \frac{kN}{m^2} \quad \text{yläpohja yleensä}$$

$$g_{k2} := 0.2 \frac{kN}{m^2} \quad \text{yläpohja räystäään ja parvekkeen kohdalla}$$

$$q_k := 1.6 \frac{kN}{m^2} \quad \text{lumikuorma katolla}$$

Ominaiskuormien aiheuttamat voimasuureet

$L := 9.1 \text{ m}$	yläpohjapalkin jänneväli
$L_1 := 1.2 \text{ m}$	yläpohjapalkin kannatuspalkin jänneväli
$k := 0.9 \text{ m}$	räystään kuormitusleveys aukon kohdalla
$s := 0.9 \text{ m}$	palkkijako
$s_1 := 0.3 \text{ m}$	pistekuorman etäisyys tuelta A
$s_2 := 1.2 \text{ m}$	pistekuorman etäisyys tuelta A
$s_3 := 0.5 \text{ m}$	pistekuorman etäisyys tuelta B

Kattopalkin tukireaktio yläpohjan omapainosta

$$F_{g,k} := \frac{L}{2} \cdot s \cdot g_{k1} + k \cdot s \cdot g_{k2} \quad F_{g,k} = 2.21 \text{ kN}$$

Kattopalkin tukireaktio lumikuormasta

$$F_{q,k} := \left(\frac{L}{2} + k \right) \cdot s \cdot q_k \quad F_{q,k} = 7.848 \text{ kN}$$

Palkin tukireaktiot yläpohjan omapainosta

$$B_{g,k} := \frac{F_{g,k} \cdot s_1 + F_{g,k} \cdot s_2}{L_1} \quad B_{g,k} = 2.762 \text{ kN}$$

$$A_{g,k} := 2 \cdot F_{g,k} - B_{g,k} \quad A_{g,k} = 1.657 \text{ kN}$$

Palkin tukireaktiot lumikuormasta

$$B_{q,k} := \frac{F_{q,k} \cdot s_1 + F_{q,k} \cdot s_2}{L_1}$$

$$B_{q,k} = 9.81 \text{ kN}$$

$$A_{q,k} := 2 \cdot F_{q,k} - B_{q,k}$$

$$A_{q,k} = 5.886 \text{ kN}$$

Maksimimomentti yläpohjan omapainosta

$$M_{g,k} := B_{g,k} \cdot s_3$$

$$M_{g,k} = 1.381 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Maksimimomentti lumikuormasta

$$M_{q,k} := B_{q,k} \cdot s_3$$

$$M_{q,k} = 4.905 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Maksimi leikkausvoima yläpohjan omapainosta

$$V_{g,k} := A_{g,k}$$

$$V_{g,k} = 1.657 \text{ kN}$$

Maksimi leikkausvoima lumikuormasta

$$V_{q,k} := A_{q,k}$$

$$V_{q,k} = 5.886 \text{ kN}$$

Palkin lähtötiedot:

$h := 200 \text{ mm}$ palkin korkeus
palkin leveys

$b := 51 \text{ mm}$

Kuormitusyhdistelmät

Tutkitaan seuraavat kuormitusyhdistelmät

$K_{FI} := 1.0$ (RIL 205-1-2009 taulukko 2.1)

KY1:

Kuormitusyhdistelmä käyttörajatilassa (pysyvä aikaluokka)

G_{kj} (omapaino)

Kuormitusyhdistelmä murtojatilassa (pysyvä aikaluokka)

$1.35 G_{kj}$ (omapaino) (kaava B.2.2)

KY2:

Kuormitusyhdistelmä käyttörajatilassa (keskipitkä aikaluokka)

$G_{kj}(\text{omapaino}) + Q_{k.1}(\text{lumi})$

Kuormitusyhdistelmä murtojatilassa (keskipitkä aikaluokka)

$1.15 G_{kj}(\text{omapaino}) + 1.5 Q_{k.1}(\text{lumi})$ (kaava B.2.3)

Taivutuskestävyys KY1

$$M_d := 1.35 \cdot M_{g,k}$$

$$M_d = 1.864 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Taivutusjännitys

$$\sigma_{m.y.d} := \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2}$$

$$\sigma_{m.y.d} = 5.483 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

k_h -kerroin

Kertopuupalkin korkeus $h < 300$ mm, joten taivutuslujuutta ei tarvitse pienentää kertoimella k_h .

Taivutuslujuus

$$k_{mod} := 0.6 \quad (\text{taulukko B.3.1})$$

$$f_{m.d} := \frac{f_{m.k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

$$f_{m.d} = 22 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Mitoitusehto

$$\sigma_{m.y.d} \leq f_{m.d}$$

$$\sigma_{m.y.d} = 5.483 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m.d} = 22 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Käyttöaste

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.249$$

Käyttöaste 25%
OK kestää

Leikkausvoimakestävyys KY1

Maksimi leikkausvoima

$$V_d := 1.35 \cdot V_{g.k}$$

$$V_d = 2.237 \text{ kN}$$

Leikkausjännitys

$$b_{ef} := b \quad \text{Palkki on kertopuuta. (kohta B.5.2)}$$

$$\tau_d := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h}$$

$$\tau_d = 0.329 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Leikkauslujuus

$$k_{mod} := 0.6 \quad \text{(taulukko B.3.1)}$$

$$f_{v.d} := \frac{f_{v.k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

$$f_{v.d} = 2.05 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Mitoitusehto

$$\tau_d \leq f_{v.d}$$

$$\tau_d = 0.329 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{v.d} = 2.05 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = 0.16$$

käyttöaste 16%

OK kestää

$$l := 42 \text{ mm}$$

Tukipainekestävyys palkissa KY1

Tukireaktio

$$F_d := 1.35 \cdot F_{g.k}$$

$$F_d = 2.983 \text{ kN}$$

Puristusjännitys palkissa

$$\sigma_{c.90.d} := \frac{F_d}{b \cdot l}$$

$$\sigma_{c.90.d} = 1.393 \frac{N}{mm^2}$$

Palkin puristuslujuus syysuuntaa vastaan

$$k_{mod} := 0.6 \quad (\text{taulukko B.3.1})$$

$$f_{c.90.edge.d} := \frac{f_{c.90.edge.k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

$$f_{c.90.edge.d} = 3 \frac{N}{mm^2}$$

kc,90–kerroin

$$l_1 \geq 2 \text{ h}$$

$$k_{c.90} := 1.0$$

Tehollinen kosketuspinnan pituus

$$l_{c.90.ef} := 30 \text{ mm} + l + 30 \text{ mm}$$

$$l_{c.90.ef} = 102 \text{ mm}$$

Tukipainekerroin

$$k_{c.l} := \frac{l_{c.90.ef}}{l} \cdot k_{c.90}$$

$$k_{c.l} = 2.429$$

Mitoitusehto

$$\sigma_{c.90.d} \leq k_{c.l} \cdot f_{c.90.edge.d} \quad (\text{kaava B.5.2})$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.l} \cdot f_{c.90.edge.d}} = 0.191$$

käyttöaste 20%
OK kestää

Taivutuskestävyys KY2

$$M_d := 1.15 \cdot M_{g,k} + 1.5 \cdot M_{q,k}$$

$$M_d = 8.946 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Taivutusjännitys

$$\sigma_{m.y.d} := \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2}$$

$$\sigma_{m.y.d} = 26.311 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

k_h -kerroin

Kertopuupalkin korkeus $h < 300 \text{ mm}$, joten taivutuslujuutta ei tarvitse pienentää kertoimella k_h .

Taivutuslujuus

$$k_{mod} := 0.8 \quad (\text{taulukko B.3.1})$$

$$f_{m.d} := \frac{f_{m.k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

$$f_{m.d} = 29.333 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Mitoitusehto

$$\sigma_{m.y.d} \leq f_{m.d}$$

$$\sigma_{m.y.d} = 26.311 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{m.d} = 29.333 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Käyttöaste

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.897$$

Käyttöaste 90%
OK kestää

Leikkausvoimakestävyys KY2

Maksimi leikkausvoima

$$V_d := 1.15 \cdot V_{g.k} + 1.5 \cdot V_{q.k}$$

$$V_d = 10.735 \text{ kN}$$

Leikkausjännitys

$$b_{ef} := b \quad \text{Palkki on kertopuuta. (kohta B.5.2)}$$

$$\tau_d := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{b_{ef} \cdot h}$$

$$\tau_d = 1.579 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Leikkaukslujuus

$$k_{mod} := 0.8 \quad \text{(taulukko B.3.1)}$$

$$f_{v.d} := \frac{f_{v.k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

$$f_{v.d} = 2.733 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Mitoitusehto

$$\tau_d \leq f_{v.d}$$

$$\tau_d = 1.579 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{v.d} = 2.733 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\tau_d}{f_{v.d}} = 0.578$$

käyttöaste 58%

OK kestää

$$l := 42 \text{ mm}$$

Tukipainekestävyys palkissa KY2

Tukireaktio

$$F_d := 1.15 \cdot F_{g,k} + 1.5 F_{q,k}$$

$$F_d = 14.313 \text{ kN}$$

Puristusjännitys palkissa

$$\sigma_{c,90,d} := \frac{F_d}{b \cdot l}$$

$$\sigma_{c,90,d} = 6.682 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Palkin puristuslujuus syysuuntaa vastaan

$$k_{mod} := 0.8 \quad (\text{taulukko B.3.1})$$

$$f_{c,90,edge,d} := \frac{f_{c,90,edge,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

$$f_{c,90,edge,d} = 4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$k_{c,90}$ -kerroin

$$l_1 \geq 2 h$$

$$k_{c,90} := 1.0$$

Tehollinen kosketuspinnan pituus

$$l_{c,90,ef} := 30 \text{ mm} + l + 30 \text{ mm}$$

$$l_{c,90,ef} = 102 \text{ mm}$$

Tukipainekerroin

$$k_{c,\iota} := \frac{l_{c,90,ef}}{l} \cdot k_{c,90}$$

$$k_{c,\iota} = 2.429$$

Mitoitusehto

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,\iota} \cdot f_{c,90,edge,d} \quad (\text{kaava B.5.2})$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,\iota} \cdot f_{c,90,edge,d}} = 0.688$$

käyttöaste 70%
OK kestää

Taipuma

Hetkellinen taipuma pysyvistä kuormista

$$I := \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$w_{inst.G} := \frac{5 \cdot \frac{A_{g.k}}{1 \text{ m}} \cdot L_1^4}{384 \cdot I \cdot E_{mean}}$$

$$w_{inst.G} = 0.095 \text{ mm}$$

$$w_{inst.Q} := \frac{5 \cdot \frac{A_{q.k}}{1 \text{ m}} \cdot L_1^4}{384 \cdot I \cdot E_{mean}}$$

$$w_{inst.Q} = 0.339 \text{ mm}$$

Lopputaipuma

$$k_{def} := 0.8 \quad (\text{taulukko B.3.2})$$

$$w_{fin} := (1 + k_{def}) \cdot w_{inst.G} + (1 + 0.2 \cdot k_{def}) \cdot w_{inst.Q}$$

$$w_{fin} = 0.565 \text{ mm}$$

Mitoitusehto

L = kannatuspalkin jänneväli

$$L_1 = 1.2 \text{ m}$$

Taipumaraja

$$\frac{L_1}{300} = 4 \text{ mm}$$

$$w_{fin} \leq \frac{L_1}{300}$$

$$\frac{w_{fin}}{\frac{L_1}{300}} = 0.141$$

käyttöaste 14%
OK

Rungon levyjäykistys
EC5 mukaan
Knauf:n ohje

Kokonaistuulikuorman
ominaisarvo:

$$F_{w.k} := c_f (q_k(h)) A_{ref}$$

$$c_f := 1.3$$

voimakerroin

Taulukko 1

$$q_k(h) := 0.5$$

rakennuksen korkeutta
vastaava nopeuspaine

Kuva 1

$$A_{ref}$$

tuulta vastaan kohtisuora projektiopinta-ala

$$A_{sivuseinä} := 51 \text{ m}^2$$

Sivuseinän ja katon
pystyprojektio pinta-ala

$$A_{pääty} := 39 \text{ m}^2$$

Päätyseinän pinta-ala

$$H := 3000 \text{ mm}$$

Jäykistävän seinän korkeus

$$h_0 := 0.4 \text{ m}$$

$$h_1 := 2.6 \text{ m}$$

$$h_2 := 3 \text{ m}$$

kuva2

$$h := h_0 + h_1 + h_2$$

Sivuseinältä päädyille tuleva
tuulikuorma

$$c_f := 1.5$$

Pulpettikattoinen rakennus:
katon suuntaan c_f : 1.5
muuten 1.3

$$A_{ref} := A_{sivuseinä}$$

$$F_{w.k} := c_f \cdot 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} A_{ref}$$

$$F_{w.d.päädyt} := 1.5 \cdot F_{w.k} = 57.375 \text{ kN}$$

Jäykistävän seinän yläreunaan

$$F_{H.d} := \frac{h_1 + h_2 - 0.4 h}{H} F_{w.d.päädyt} = 61.2 \text{ kN}$$

Jäykistävän seinän alareunaan

$$F_{0.k} := \frac{H - h_1 - h_2 + 0.4 h}{H} F_{w.d.päädyt} = -3.825 \text{ kN}$$

yhden levyn mitoitusleikkausvoima

Leikkauslujuuden pienennyskerroin

$$b_i := 1200 \text{ mm}$$

levyn leveys

$$h := 2600 \text{ mm}$$

levyn korkeus

$$c_i := \frac{2 b_i}{h} = 0.923$$

kun $b_i < \text{seinän korkeus}/2$

$$f_{vk} := 0.45 \text{ kN}$$

yksittäisen liittimen leikkausvoimakestävyys

$$\gamma_M := 1.3$$

materiaalin osavarmuus

$$F_{f.Rd} := \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = 0.346 \text{ kN}$$

yksittäisen liittimen leikkausvoimakestävyuden
mitoitusarvo

$$s := 100 \text{ mm}$$

liitinväli

$$F_{i.v.Rd} := \frac{F_{f.Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{s} = 3.834 \text{ kN}$$

yhden seinälohkon
vaakaleikkausvoimakestävyuden mitoitusarvo

Täysiä levyjä seinälohkolla 20 kpl molemmin puolin, vaakakoolatuista huomioitu 50%

$$\frac{F_{w.d.päädyt}}{15} = 3.825 \text{ kN}$$

yhden levyn mitoitusleikkausvoima

$$< F_{i.v.Rd} := \frac{F_{f.Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{s} = 3.834 \text{ kN}$$

OK

$$H := 3000 \text{ mm}$$

Jäykistävän seinän korkeus

$$h_0 := 0.4 \text{ m}$$

$$h_1 := 3 \text{ m}$$

$$h_2 := 3 \text{ m}$$

kuva2

$$h := h_0 + h_1 + h_2$$

Sivuseinältä päädylle tuleva
tuulikuorma

$$c_f := 1.3$$

Pulpettikattoinen rakennus:
katon suuntaan c_f : 1.5
muuten 1.3

$$A_{ref} := A_{pääty}$$

$$F_{w.k} := c_f \cdot 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} A_{ref}$$

$$F_{w.d.sivuseinä} := 1.5 \cdot F_{w.k} = 38.025 \text{ kN}$$

Jäykistävän seinän yläreunaan

$$F_{H.d} := \frac{h_1 + h_2 - 0.4 h}{H} F_{w.d.sivuseinä} = 43.602 \text{ kN}$$

Jäykistävän seinän alareunaan

$$F_{0.k} := \frac{H - h_1 - h_2 + 0.4 h}{H} F_{w.d.sivuseinä} = -5.577 \text{ kN}$$

Leikkauslujuuden pienennyskerroin

$$b_i := 1200 \text{ mm}$$

levyn leveys

$$h := 2600 \text{ mm}$$

levyn korkeus

$$c_i := \frac{2 b_i}{h} = 0.923$$

kun $b_i < \text{seinän korkeus}/2$

$$f_{vk} := 0.45 \text{ kN}$$

yksittäisen liittimen leikkausvoimakestävyys

$$\gamma_M := 1.3$$

materiaalin osavarmuus

$$F_{f.Rd} := \frac{f_{vk}}{\gamma_M} = 0.346 \text{ kN}$$

yksittäisen liittimen leikkausvoimakestävyuden
mitoitusarvo

$$s := 100 \text{ mm}$$

liitinväli

$$F_{i.v.Rd} := \frac{F_{f.Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{s} = 3.834 \text{ kN}$$

yhden seinälohkon
vaakaleikkausvoimakestävyuden mitoitusarvo

Täysiä levyjä seinälohkolla 8 kpl molemmin puolin, vaakakoolatuista huomioitu 50%

$$\frac{F_{w.d.sivuseinä}}{12} = 3.169 \text{ kN}$$

yhden levyn mitoitusleikkausvoima

$$< F_{i.v.Rd} := \frac{F_{f.Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{s} = 3.834 \text{ kN}$$

OK

Huopanaula 3,0x32 k100